



SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Máy và thiết bị lạnh

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

KS. ĐỖ TRỌNG HIẾN

**GIÁO TRÌNH
MÁY VÀ THIẾT BỊ LẠNH**

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2006

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI
4 - TỔNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI
ĐT: (04) 8252916, 8257063 - FAX: (04) 8257063

GIÁO TRÌNH
MÁY VÀ THIẾT BỊ LẠNH
NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2006

Chịu trách nhiệm xuất bản
NGUYỄN KHẮC OÁNH

Biên tập
PHẠM QUỐC TUẤN

Bìa
TRẦN QUANG

Kỹ thuật vi tính
MINH ĐỖ

Sửa bản in
PHẠM QUỐC TUẤN

Lời giới thiệu

Nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: “Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững”.

Quán triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện đề án biên soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tế đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ

thông và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCN Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCN ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và đồng thời bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm “50 năm giải phóng Thủ đô”, “50 năm thành lập ngành” và hướng tới kỷ niệm “1000 năm Thăng Long - Hà Nội”.

Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ Giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.

Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.

GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

Lời nói đầu

Đất nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa và hiện đại hóa. Nhu cầu về nhân lực đang là vấn đề cấp bách của toàn xã hội, đặc biệt là đội ngũ kỹ thuật viên và công nhân kỹ thuật lành nghề ở tất cả các lĩnh vực điện tử, điện, điện lạnh, cơ khí... Với mục đích nâng cao chất lượng đào tạo cán bộ kỹ thuật và công nhân kỹ thuật ngành máy lạnh và điều hòa không khí, chúng tôi đã tiến hành biên soạn giáo trình “Máy và Thiết bị lạnh” để phục vụ cho việc giảng dạy và học tập của giáo viên và học sinh trong các trường THCN. Giáo trình gồm có 5 chương:

Chương 1: Giới thiệu chung và các khái niệm cơ bản.

Chương 2: Máy nén lạnh và một số chu trình cơ bản của máy lạnh nén hơi.

Chương 3: Thiết bị trao đổi nhiệt của hệ thống lạnh.

Chương 4: Một số thiết bị phụ của hệ thống lạnh.

Chương 5: Thiết bị tự động và vật liệu kỹ thuật lạnh.

Giáo trình sẽ giúp cho học sinh hiểu và nắm được nguyên lý làm việc, ưu nhược điểm của các chu trình máy lạnh 1 cấp và 2 cấp. Đồng thời biết được cách phân loại, cấu tạo và nguyên lý làm việc của các thiết bị trong hệ thống máy lạnh dân dụng và công nghiệp, để từ đó có được nhận thức cụ thể hơn về ngành máy lạnh và điều hòa không khí mà học sinh đang theo học.

Về nội dung, giáo trình đã đề cập đến những tiến bộ khoa học kỹ thuật mới và những vấn đề bức xúc trong thực tế... Do đó giáo trình không chỉ giúp cho học sinh khi ra trường mau chóng hòa nhập với môi trường sản xuất mà còn là tài liệu tham khảo bổ ích cho những ai quan tâm đến ngành máy lạnh và điều hòa không khí.

Tuy nhiên do điều kiện thời gian có hạn, cuốn sách không tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp quý báu của độc giả.

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn PGS. TS. Bùi Hải, KS- Vũ Xuân Hùng giảng viên trường Đại học Bách khoa Hà Nội, TS. Nguyễn Duy Tiến, giảng viên trường Đại học Giao thông vận tải, KS. Trần Hữu Thiết, giảng viên trường Cán bộ thương mại Trung ương, đã đóng góp ý kiến để hoàn thiện nội dung giáo trình.

Chúng tôi cũng xin gửi lời cảm ơn các đồng chí giáo viên, cán bộ và đồng nghiệp đã đóng góp ý kiến để hoàn thiện nội dung giáo trình.

TÁC GIẢ

Bài mở đầu

ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU MÔN HỌC

1. Đối tượng môn học

Máy và thiết bị lạnh là môn học nghiên cứu về các chu trình máy lạnh 1 cấp, 2 cấp, cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy nén và các thiết bị trong hệ thống lạnh đang được ứng dụng phổ biến trong các ngành công nghiệp thực phẩm và dân dụng. Nội dung bao gồm những điểm chính sau:

- Các phương pháp làm lạnh nhân tạo, tính chất của các môi chất lạnh và chất tải lạnh thường dùng.
- Các chu trình máy lạnh nén hơi 1 và 2 cấp.
- Cấu tạo và nguyên lý làm việc của máy nén trong hệ thống máy lạnh nén hơi dân dụng và công nghiệp.
- Cấu tạo và nguyên lý làm việc, ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của các thiết bị chính trong hệ thống lạnh.
- Các nguyên lý cơ bản về điều khiển trong hệ thống lạnh.

2. Nội dung môn học

Về nội dung, ngoài những kiến thức cơ bản cần có để nghiên cứu và đánh giá hiệu quả làm việc của hệ thống lạnh, giáo trình còn đề cập đến những tiến bộ khoa học kỹ thuật mới đang được áp dụng, những vấn đề tồn tại trong thực tế... không chỉ giúp cho học sinh khi ra trường mau chóng hòa nhập với môi trường sản xuất mà còn là tài liệu tham khảo bổ ích cho những người quan tâm đến ngành kỹ thuật lạnh. Nội dung của giáo trình gồm có 5 chương bao gồm

Chương 1: Giới thiệu chung và các khái niệm cơ bản.

Chương 2: Máy nén lạnh và một số chu trình cơ bản của máy lạnh nén hơi.

Chương 3: Thiết bị trao đổi nhiệt của hệ thống lạnh.

Chương 4: Một số thiết bị phụ của hệ thống lạnh.

Chương 5: Thiết bị tự động và vật liệu kỹ thuật lạnh.

3. Phương pháp nghiên cứu môn học

Phương pháp nghiên cứu môn *Máy và Thiết bị lạnh* là phải nắm chắc kiến thức các môn học cơ sở kết hợp với các bảng biểu, đồ thị có sẵn trong các sổ tay kỹ thuật chuyên ngành để từ đó phân tích, tính toán được những thông số của chu trình, của máy nén và thiết bị trong hệ thống, chọn được máy và thiết bị đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật và kinh tế.

Để thu được kết quả tính toán nhanh và chính xác, cần phải đặc biệt chú ý tới việc nghiên cứu sử dụng các bảng, hình vẽ và đồ thị cùng nhiều ví dụ tính toán minh họa đã cho trong nội dung của giáo trình nhằm gắn liền các kiến thức lý thuyết với thực tế sản xuất. Ngoài ra, môn học còn được nghiên cứu thông qua mô phỏng quá trình thực tế trên mô hình tại các phòng thực hành, giúp cho người học tích luỹ thêm kinh nghiệm cho công tác khảo sát và tính toán.

Kiến thức về tính toán chu trình máy lạnh cũng như tính chọn máy nén và thiết bị lạnh rất cần cho người cán bộ kỹ thuật ở nhiều ngành sản xuất để giải quyết những vấn đề kỹ thuật có liên quan đến hệ thống lạnh như trong các ngành thủy sản, công nghệ chế biến bảo quản nông lâm sản sau thu hoạch, trong đời sống, sinh hoạt mà trong thực tế đang được ứng dụng như máy lạnh dân dụng, máy lạnh thương nghiệp, các hệ thống lạnh, kho lạnh công nghiệp và các hệ thống lạnh trên ô tô vận tải lạnh v.v...

Chương 1

GIỚI THIỆU CHUNG VÀ CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Mục tiêu

- Biết được lịch sử phát triển của kỹ thuật lạnh trong đời sống, các phương pháp làm lạnh nhân tạo và những loại môi chất, chất tải lạnh hiện đang dùng trong ngành lạnh.
- Sử dụng môi chất và chất tải lạnh phù hợp chu trình và thiết bị.
- Đánh giá được hiệu quả của phương pháp làm lạnh khi hệ thống sử dụng máy lạnh nén hơi.

Nội dung tóm tắt

- Lịch sử phát triển và vai trò của kỹ thuật lạnh trong nền kinh tế quốc dân
- Các phương pháp làm lạnh nhân tạo
- Môi chất và chất tải lạnh

I. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN, VAI TRÒ CỦA KỸ THUẬT LẠNH TRONG NỀN KINH TẾ QUỐC DÂN.

1. Lịch sử phát triển của kỹ thuật lạnh

Nhu cầu của con người về làm lạnh đã có từ rất lâu, cách đây nhiều ngàn năm họ đã biết tận dụng những nguồn nhiệt độ thấp sẵn có trong tự nhiên, ví dụ như băng tuyết, các nguồn nước ngầm lạnh hoặc nước bay hơi trong các bình gốm xốp... để làm lạnh các thực phẩm. Họ cũng biết tìm cách bảo quản nước đá trong những hầm lớn để sử dụng dài ngày, nhưng tất cả những gì có được vẫn chưa có sự tác động của con người.

Thời điểm kỹ thuật lạnh hiện đại bắt đầu được ghi nhận vào những năm 1761 - 1764 khi nhiệt ẩn trong quá trình hoá hơi và ngưng tụ một chất khí được phát hiện ra và xác định nhờ Giáo sư J.Black. Nhờ ứng dụng kết quả nghiên cứu của các công trình này vào thực tế mà những năm sau đó người ta đã hoá lỏng được rất nhiều chất khí khác nhau.

Năm 1810 Leslie chế tạo đầu tiên máy lạnh hấp thụ chu kỳ với cặp môi chất là H_2O/H_2SO_4 .

Năm 1834 J.Perkin (Anh) đăng ký bằng phát minh đầu tiên về máy lạnh nén hơi với đầy đủ bốn thiết bị chính của một hệ thống máy lạnh nén hơi hiện đại là máy nén, dàn ngưng tụ, van tiết lưu và dàn bay hơi với môi chất là ête.

Năm 1874 sau một loạt cải tiến, Linde chế tạo thành công được máy lạnh nén hơi sử dụng môi chất Amôniắc và nó đã làm cho việc sản xuất và sử dụng máy lạnh nén hơi thực sự phát triển rộng rãi trong các ngành kinh tế quốc dân.

Năm 1930 được coi là một năm quan trọng của ngành kỹ thuật lạnh nhờ việc sản xuất Frêon ở phạm vi công nghiệp tại Mỹ. Đây là nhóm những môi chất lạnh mới có nhiều tính chất nổi trội so với các loại môi chất đang sử dụng vào thời đó như không cháy nổ, không độc hại và phù hợp với chu trình làm việc của máy, chúng đã mở rộng ứng dụng của kỹ thuật lạnh sang nhiều lĩnh vực khác nhau vì hiệu quả và tính an toàn của nó.

Năm 1987 ngành kỹ thuật lạnh bắt đầu không chỉ quan tâm đến vấn đề làm lạnh mà còn chú ý tới tác động của môi chất làm lạnh đến môi trường bằng nghị định Montreal thay thế các môi chất lạnh có khả năng làm suy giảm tầng Ôzôn bằng các môi chất lạnh thân thiện hơn với môi trường toàn cầu.

Hiện nay, cùng với các ngành khoa học kỹ thuật khác, kỹ thuật lạnh cũng có những mở rộng hơn về phạm vi ứng dụng, ví dụ như phía nhiệt độ thấp đã tiến gần đến nhiệt độ không tuyệt đối (0^0K), phía nhiệt độ cao có thể đạt tới gần 100^0C để phục vụ cho các mục đích sấy, thanh trùng, chuẩn bị nước nóng, sưởi... Công suất máy cũng đa dạng hơn, từ vài mW trong các phòng thí nghiệm đến vài triệu W ở các trung tâm điều tiết không khí.

Về mặt hiệu quả kinh tế, kỹ thuật lạnh cũng có những bước tiến rất lớn để nâng cao hiệu suất làm việc của hệ thống, giảm chi phí năng lượng cho một đơn vị lạnh, tăng tuổi thọ thiết bị, tăng độ tin cậy của hệ thống.

Ngoài ra nhờ ứng dụng các thành tựu nghiên cứu mới nhất của khoa học kỹ thuật vào tự động điều khiển mà thực tế hiện nay, những thiết bị điều khiển tự động đang dần thay thế các thiết bị điều khiển bằng tay, cho phép hệ thống lạnh hoạt động an toàn, ổn định, chính xác và tiết kiệm hơn.

2. Vai trò của kỹ thuật lạnh trong nền kinh tế quốc dân

Trong nền kinh tế quốc dân kỹ thuật lạnh có vai trò rất quan trọng, nó không chỉ phục vụ cho những nhu cầu sinh hoạt mà còn là điều kiện không thể thiếu để cho nhiều ngành công nghiệp có thể hoạt động được.

Trước hết, phải kể đến ứng dụng quan trọng nhất và cũng thường gặp nhất là lĩnh vực bảo quản thực phẩm. Thực phẩm là những sản phẩm rất dễ bị hư hỏng do tác động của nhiều loại vi sinh vật, quá trình phá huỷ càng nhanh khi nhiệt độ bảo quản sản phẩm càng lớn. Trên thực tế có nhiều phương pháp bảo quản thực phẩm khác nhau như sấy, phong xạ, bao gói... nhưng bảo quản bằng làm lạnh vẫn là phương pháp có nhiều ưu điểm nhất vì nó ít làm giảm chất lượng, màu sắc, mùi vị thực phẩm trong nhiều tháng, thậm chí nhiều năm. Ngày nay, chúng ta có thể thấy ứng dụng của kỹ thuật lạnh phổ biến trong công nghiệp thực phẩm như bảo quản thịt cá, rau quả... chế biến thực phẩm, làm nước đá... với công suất lạnh chiếm khoảng 80% tổng công suất lạnh cho tất cả mọi lĩnh vực.

Ứng dụng tiếp theo phải kể đến chính là trong lĩnh vực điều tiết không khí. Điều tiết không khí nhằm tạo ra và duy trì môi trường vi khí hậu có nhiệt độ và độ ẩm phù hợp để đảm bảo chất lượng của sản phẩm trong các ngành công nghiệp nhẹ như giấy, vải... để đảm bảo máy móc thiết bị hoạt động ổn định, chính xác như trong các ngành cơ khí chính xác, kỹ thuật điện tử, máy tính... Và ứng dụng thường gặp nhất của điều tiết không khí là tạo cho con người điều kiện thích hợp cho lao động và nghỉ ngơi, nâng cao chất lượng cuộc sống. Thực tế hiện nay thì điều hòa không khí đã là một trong những tiện nghi quen thuộc đối với nhiều người.

Kỹ thuật lạnh cũng được ứng dụng trong công nghiệp hoá chất để hoá lỏng khí như các loại khí đốt (gas), amôniắc, cacbonic, clo... nó cũng được dùng để tách nhiều loại khí có nhiệt độ ngưng khác nhau. Các phản ứng hoá học có tốc độ phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ, do đó khi thay đổi nhiệt độ người ta có thể chủ động điều khiển được các phản ứng đó. Khi nhiệt độ rất thấp tính chất vật lý của một số chất sẽ thay đổi, ví dụ như cao su và một số loại chất dẻo sẽ dòn và dễ vỡ, điều này được ứng dụng để chế tạo bột cao su mịn cho phép hoà trộn với các chất khác tốt hơn.

Trong lĩnh vực sấy thăng hoa, vật sấy được làm lạnh đồng xuống nhiệt độ -20°C trong môi trường chân không nên chất lượng vật sấy hầu như không giảm, lượng nước trong vật sấy được rút ra gần hoàn toàn, sản phẩm trở thành dạng bột, rất thuận tiện cho vận chuyển, bảo quản. Nhưng do giá thành của sấy thăng hoa cao nên người ta thường chỉ sử dụng cho những sản phẩm quý hiếm như dược liệu, sản phẩm y dược dễ biến đổi chất lượng do tác động của nhiệt độ như máu, các loại thuốc tiêm, hooc môn...

Trong lĩnh vực siêu dẫn, vật liệu không còn điện trở khi ở nhiệt độ rất thấp được ứng dụng trong các nhà máy điện nguyên tử, các đệm từ cho tàu cao tốc, đường dây tải điện... để giảm năng lượng tổn hao.

Trong nhiều những ứng dụng khác, kỹ thuật lạnh được sử dụng để tạo ra sân băng cho các hoạt động thể thao, làm cứng đất để xây dựng các công trình trên nền đất lầy nhiều nước, nhiệt độ rất thấp (cryo) từ -80°C đến -196°C được dùng trong nông, lâm nghiệp, sinh học, vi sinh...

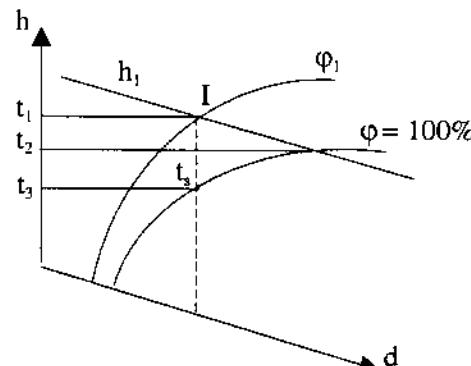
Như vậy, chúng ta có thể thấy ngày nay kỹ thuật lạnh đã thâm nhập và hỗ trợ cho rất nhiều ngành kinh tế khác nhau. Ở Việt Nam, với khí hậu nóng ẩm, miền nam hầu như không có mùa đông, bờ biển dài trên 3 ngàn cây số với nhiều sản phẩm nông, lâm, thuỷ, hải sản là những yếu tố đòi hỏi ngành lạnh phải phát triển nếu chúng ta muốn phát triển nền kinh tế. Nhưng thực tế hiện nay, ngành lạnh của nước ta còn đang ở những bước đầu, chúng ta chưa tự sản xuất được những thiết bị quan trọng trong hệ thống lạnh có công suất lớn phục vụ cho công nghiệp. Vì vậy vấn đề nghiên cứu tổ chức và phát triển ngành lạnh ở nước ta vẫn đang là vấn đề cần thiết và sẽ mang lại hiệu quả to lớn.

II. CÁC PHƯƠNG PHÁP LÀM LẠNH NHÂN TẠO

Làm lạnh nhân tạo là quá trình làm lạnh được thực hiện nhờ các thiết bị hoặc phương tiện do con người chế tạo ra. Chúng bao gồm những phương pháp chính như sau:

1. Phương pháp bay hơi khuếch tán

Là hiện tượng chất lỏng bay hơi khuếch tán vào một chất khí và chất lỏng sẽ thu nhiệt làm lạnh môi trường xung quanh. Ví dụ ở tủ lạnh hấp thụ khuếch tán thường sử dụng trong gia đình, amôniắc lỏng trong dàn bay hơi đặt trong tủ sẽ bay hơi vào hydro (là chất khí cân bằng áp suất) và thu nhiệt của không khí trong tủ làm không khí trong tủ giảm nhiệt độ.



Hình 1.1. Đồ thị h - d của không khí ẩm

Trong trường hợp khi phun nước vào không khí có cùng nhiệt độ, nước sẽ bay hơi, thu nhiệt và làm biến đổi trạng thái không khí. Nhiệt độ của không khí sẽ càng thấp khi lượng nước bay hơi càng nhiều hay nói một cách khác, độ ẩm không khí càng thấp thì nhiệt độ của không khí sau khi phun ẩm càng thấp (hình 1.1)

Những nơi không khí nóng và khô có thể ứng dụng hiện tượng này để thực hiện việc làm mát không khí, nhưng nước ta không khí thường có độ ẩm tương đối cao nên phương pháp này sẽ không mang lại hiệu quả rõ rệt.

2. Phương pháp hòa trộn lạnh

Là hiện tượng giảm nhiệt độ khi hòa trộn muối và nước theo những tỷ lệ nhất định. Hiệu ứng này phụ thuộc nồng độ dung dịch và điểm cung tinh. Ví dụ, nếu hòa trộn 200g CaCl₂ với 100g nước ở 0°C thì nhiệt độ dung dịch sẽ giảm xuống -42°C. Với muối ăn (NaCl) hiện tượng này có xảy ra nhưng ở mức độ kém hơn, nhưng trong thực tế người ta vẫn dùng nước đá muối để bảo quản cá khi cần nhiệt độ thấp hơn 0°C trên các tàu đánh bắt cá.

3. Phương pháp dùng máy giãn nở có sinh ngoại công

Là phương pháp làm lạnh dựa theo nguyên lý khi chất khí giãn nở sẽ giảm áp suất và nhiệt độ. Hệ thống này có 4 thiết bị chính là máy nén, bình làm mát, máy giãn nở và buồng lạnh. Khác biệt so với hệ thống lạnh thông thường là môi chất lạnh không biến đổi pha trong chu trình, vì vậy không có bình ngưng tụ và bay hơi và van tiết lưu thay bằng máy giãn nở. Quá trình nén và giãn nở là quá trình đoạn nhiệt ($s = 0$), quá trình thu nhiệt và thả nhiệt là các quá trình đẳng áp nhưng không đẳng nhiệt. Phạm vi ứng dụng của phương pháp này tương đối rộng, thường gặp trong điều tiết không khí và các máy sản xuất nitơ, ôxy lỏng, các loại khí hoá lỏng...

4. Phương pháp tiết lưu không sinh ngoại công

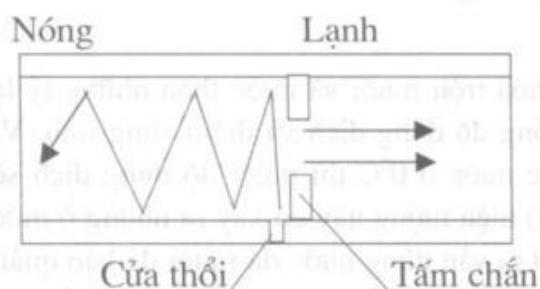
Là hiện tượng một số môi chất giảm áp suất khi đi qua cơ cấu tiết lưu, từ áp suất cao xuống áp suất thấp hơn, không có trao đổi nhiệt với bên ngoài.

Quá trình tiết lưu là quá trình không thuận nghịch điển hình, tuy không có trao đổi nhiệt ($q = 0$) nhưng áp suất giảm do dòng chảy tạo xoáy và ma sát mạnh. Đối với khí lý tưởng, sau tiết lưu nhiệt độ giữ nguyên, với khí thực ở nhiệt độ môi trường chỉ có hêli và hydrô tăng nhiệt độ, còn hầu hết các khí và hơi đều giảm nhiệt độ, đặc biệt khi tiết lưu hơi ẩm hoặc lỏng.

5. Phương pháp giãn nở trong ống xoáy

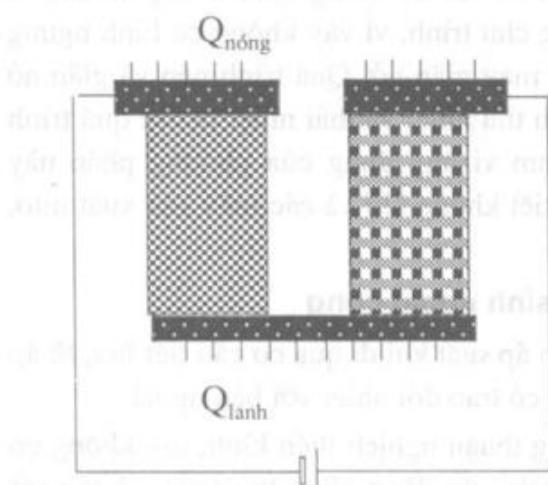
Là phương pháp làm lạnh không khí nhờ một hiệu ứng đặc biệt xảy ra khi có đầy đủ các điều kiện yêu cầu dưới đây:

Dòng không khí có áp suất 6at ở 20°C thổi tiếp tuyến với thành trong của ống, vuông góc với trục ống, với ống có đường kính 12mm thì nhiệt độ ở thành ống sẽ tăng lên còn nhiệt độ ở tâm ống giảm xuống, nếu đặt bên trong ống sát với dòng không khí thổi vào một tấm chắn có lỗ ở tâm với đường kính nhỏ hơn rất nhiều đường kính ống thì không khí lạnh sẽ đi qua lỗ trên tấm chắn, còn không khí nóng đi theo hướng ngược lại. Nhiệt độ phía lạnh có thể tới -12°C , còn phía nóng có thể tới 58°C (chênh lệch 70°C).



Hình 1.2. Ống xoáy

6. Phương pháp sử dụng hiệu ứng nhiệt điện



Hình 1.3. Cặp nhiệt điện

Là hiện tượng nếu cho dòng điện một chiều đi qua vòng dây dẫn kín gồm hai kim loại khác nhau thì một đầu mỗi sợi sẽ nóng lên và một đầu sẽ lạnh đi (hiệu ứng Peltier). Trong thực tế, để có độ chênh nhiệt độ lớn giữa hai đầu người ta phải sử dụng các cặp vật liệu thích hợp để chế tạo vòng mạch khép kín đó. Các cặp vật liệu thường dùng là các chất bán dẫn đặc biệt của bismut, antimon, selen và các phụ gia.

Hiệu nhiệt độ của máy lạnh nhiệt điện có thể đạt đến 60°C nhưng công suất tương đối nhỏ, chỉ từ 30W đến

100W. Tuy đơn giản, tiện lợi và có thể thay đổi chức năng (nóng - lạnh) khi đảo chiều dòng điện... nhưng do tốn năng lượng và giá thành cao nên phương pháp này không được dùng phổ biến.

7. Phương pháp khử từ đoạn nhiệt

Đây là phương pháp sử dụng trong kỹ thuật cryô để hạ nhiệt độ của các mẫu thí nghiệm từ nhiệt độ sôi của heli ($3 + 4^{\circ}\text{K}$) xuống gần nhiệt độ tuyệt đối, nguyên tắc làm việc như sau: Khi đặt một loại muối nhiễm từ giữa hai cực từ mạnh, các tinh thể muối được sắp xếp thứ tự và tỏa ra một lượng nhiệt nhất định, lượng nhiệt này được truyền ra ngoài để bay hơi heli lỏng, khi quá trình tỏa nhiệt và nhiễm từ kết thúc, từ trường bị ngắt, muối bị khử từ đoạn nhiệt, nhiệt độ giảm đột ngột tạo ra một năng suất lạnh q_0 , lặp lại quá trình này nhiều lần có thể tạo ra nhiệt độ rất thấp.

8. Phương pháp hoá lỏng hoặc thăng hoa vật rắn

Nguyên tắc của phương pháp này dựa vào hiện tượng thu nhiệt khi chất rắn biến đổi trạng thái. Chất rắn dùng ở đây là chất tải lạnh, trong thực tế hay dùng nước đá và đá khô.

Nước đá tinh khiết khi tan hoàn toàn ở 0°C thu một lượng nhiệt khoảng 80 Kcal/kg. Khi cần nhiệt độ thấp hơn thì phải dùng nước đá muối, nhiệt độ nóng chảy của nước đá muối phụ thuộc nồng độ, với muối ăn (NaCl) nhiệt độ này vào khoảng -21°C khi nồng độ là 23%. Nước đá và nước đá muối được sử dụng rộng rãi nhất là trong ngành công nghiệp đánh bắt hải sản do tính chất không độc hại, rẻ tiền.

Đá khô là CO_2 ở dạng rắn, ở điều kiện bình thường CO_2 chuyển trực tiếp từ dạng rắn sang dạng hơi không để lại lỏng nên gọi là đá khô. Nhiệt ẩn thăng hoa của nó ở nhiệt độ $-78,5^{\circ}\text{C}$ khoảng 137Kcal/kg, nếu ở nhiệt độ 0°C năng suất lạnh riêng sẽ vào khoảng 153Kcal/kg. Đá khô cũng được sử dụng rộng rãi do năng suất lạnh thể tích lớn và giá thành không đắt.

9. Phương pháp bay hơi chất lỏng

Chất lỏng khi bay hơi bao giờ cũng thu nhiệt, lượng nhiệt này còn gọi là nhiệt ẩn hoá hơi, nó lớn hơn rất nhiều nhiệt ẩn hoá rắn nên hiệu quả làm lạnh cũng cao hơn.

Chất lỏng bay hơi thu nhiệt có thể là môi chất lạnh hoặc chất tải lạnh. Môi chất lạnh thường dùng là các Frêôn để làm lạnh nhanh, chất tải lạnh thường là

nitơ, ở nhiệt độ -196⁰C nhiệt ẩn hoá hơi của nitơ khoảng 48Kcal/kg, khi nhiệt độ tăng lên 0⁰C hơi nitơ thu thêm 48Kcal/kg nữa. Ngoài tác dụng làm lạnh, nitơ còn có tác dụng bảo quản vì nó là khí trơ có tác dụng kìm hãm các quá trình sinh hoá trong sản phẩm.

III. MÔI CHẤT VÀ CHẤT TẢI LẠNH

1. Môi chất lạnh

1.1. Khái niệm về môi chất lạnh

Môi chất lạnh (còn gọi là tác nhân lạnh, ga lạnh hay môi chất lạnh) là chất môi giới sử dụng trong chu trình nhiệt động ngược chiều để thu nhiệt của môi trường có nhiệt độ thấp và thải nhiệt ra môi trường có nhiệt độ cao hơn, môi chất lạnh tuân hoàn trong hệ thống nhờ quá trình nén được thực hiện bởi máy nén.

Trong máy lạnh nén hơi, môi chất thu nhiệt ở môi trường có nhiệt độ thấp do quá trình bay hơi ở áp suất thấp và nhiệt độ thấp hơn, sự thải nhiệt cho môi trường có nhiệt độ cao nhờ quá trình ngưng tụ ở áp suất cao và nhiệt độ cao hơn, sự tăng áp suất do quá trình nén hơi và giảm áp suất do quá trình tiết lưu hoặc giãn nở. Trong máy lạnh nén khí, môi chất lạnh là không khí không thay đổi trạng thái.

Do những đặc điểm của chu trình lạnh, hệ thống thiết bị và điều kiện vận hành mà môi chất lạnh cần đáp ứng được các yêu cầu sau:

- Tính hoá học: Phải bền vững trong phạm vi áp suất và nhiệt độ làm việc, không phân huỷ, không polime hoá.
- Tính vật lý: Có áp suất ngưng tụ không quá cao, áp suất bay hơi không quá thấp, nhiệt độ cuối tâm nén thấp, nhiệt độ đông đặc thấp hơn nhiều nhiệt độ bay hơi, năng suất lạnh riêng thể tích lớn, hệ số dẫn nhiệt lớn, độ nhớt nhỏ, dễ hoà tan dầu bôi trơn, nước và không được dẫn điện.
- Tính an toàn: Không dễ cháy, nổ.
- Tính chất sinh lý: Không độc hại với con người và cơ thể sống, không ảnh hưởng đến mùi vị sản phẩm, nên có mùi để dễ phát hiện rò rỉ.
- Tính kinh tế: Rẻ tiền, dễ kiếm, dễ sản xuất, vận chuyển và bảo quản.
- Thân thiện với môi trường

Nói chung, thực tế không có môi chất nào đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu nêu trên, do đó khi chọn môi chất lạnh cho hệ thống người ta vẫn phải cân nhắc để môi chất được chọn phát huy được ưu điểm và nhược điểm không gây ảnh hưởng lớn đến việc sử dụng chúng.

1.2. Ký hiệu của môi chất lạnh

Môi chất lạnh thường được chia làm hai loại chính là các môi chất hữu cơ và các môi chất vô cơ.

1.2.1 Môi chất lạnh hữu cơ

Các Frêon thuộc loại này, chúng là các hợp chất cacbua hydro đã được thay thế một phần hoặc toàn bộ các nguyên tử hydro bằng các nguyên tử clo, flo hay brôm. Ký hiệu là “Rxxx...” Nguyên tắc viết ký hiệu như sau

Chữ đầu tiên là chữ R (viết tắt của chữ Refrigerant)

Số thứ nhất bằng số lượng của nguyên tử cacbon trừ 1 (nếu bằng 0 thì bỏ)

Số thứ hai bằng số lượng nguyên tử hydro cộng 1

Số thứ ba bằng số lượng nguyên tử flo

Các chất đồng phân (izome) có thêm chữ a, b để phân biệt

Nếu có thành phần brôm thì sau ký hiệu có chữ B và chữ số chỉ số lượng nguyên tử brôm

Các môi chất không đồng sôi xếp thứ tự từ R400, R401...

Các môi chất đồng sôi xếp thứ tự từ R500, R501...

Ví dụ:

Môi chất lạnh có công thức CCl_2F_2 được viết là R - 0 - 1 - 2: R12

Môi chất lạnh có công thức CHClF_2 được viết là R - 0 - 2 - 2: R22

1.2.2 Môi chất lạnh vô cơ

Công thức của chúng tương đối đơn giản nên thực tế có thể dùng cả tên gọi, công thức hoá học hoặc ký hiệu. Ký hiệu của môi chất lạnh vô cơ theo nguyên tắc sau: Đầu tiên là chữ cái R, số thứ nhất là số 7, còn hai số còn lại là phân tử lượng làm tròn.

Ví dụ:

Môi chất lạnh R717 có thể được gọi là Amôniắc hoặc NH_3 .

Môi chất lạnh R744 có thể được gọi là cacbonic hoặc CO_2 .

1.3. Các môi chất lạnh thường dùng

1.3.1. Amôniắc, ký hiệu R717

Là một chất khí không màu, có mùi hắc, lỏng sôi ở áp suất khí quyển ở nhiệt độ $-33,35^\circ\text{C}$. Amôniắc có tính chất nhiệt động tốt, phù hợp với chu trình máy lạnh nén hơi dùng máy nén pittông, được sử dụng rất rộng rãi trong công nghiệp, không dùng cho máy nén tuôcbin vì tỷ số áp suất quá thấp.

- Tính chất vật lý: Có áp suất ngưng tụ khá cao, nếu nhiệt độ nước làm mát ra khỏi bình ngưng là 37°C thì nhiệt độ ngưng tụ là 42°C , áp suất lên tới 16,5at. Nhiệt độ cuối tâm nén cao nên phải làm mát xylanh bằng nước và hơi hút phải là hơi bão hoà, áp suất bay hơi thường lớn hơn 1at và chỉ bị chặn không khi nhiệt độ bay hơi thấp hơn $-33,4^{\circ}\text{C}$. Năng suất lạnh riêng thể tích lớn nên máy nén và thiết bị trao đổi nhiệt gọn nhẹ. Độ nhớt nhỏ, tính lưu động cao nên tổn thất áp suất nhỏ. Hệ số dẫn nhiệt và trao đổi nhiệt lớn. Khả năng hoà tan nước không hạn chế nên không bị hiện tượng tắc ẩm, tuy vậy lượng nước trong hệ thống không được vượt quá 0,1% để đảm bảo hiệu suất làm việc của hệ thống. Không hoà tan dầu nên phải có bình tách dầu ở đầu dây và các bình thu dầu tránh dầu đóng ở các thiết bị trao đổi nhiệt và máy nén phải có bom dầu để bôi trơn các chi tiết chuyển động. Amôniac dẫn điện nên không dùng được trong các máy nén kín và nửa kín.

- Tính chất hoá học: Phân huỷ thành nitơ và hydro ở nhiệt độ 260°C , nhưng khi có mặt ẩm và bể mặt thép làm chất xúc tác thì ở nhiệt độ 120°C đã phân huỷ, do vậy cần phải làm mát thật tốt đầu xylanh và không chế nhiệt độ cuối tâm nén càng thấp càng tốt. Không ăn mòn kim loại đèn, đồng thau phốt pho và phi kim loại chế tạo máy nhưng ăn mòn đồng và các hợp kim đồng khác nên không được dùng đồng trong máy lạnh amôniac.

- Tính an toàn: Có khả năng cháy nổ, ở nồng độ $13,5 \div 16\%$ amôniac sẽ cháy khi nhiệt độ khoảng 651°C , vì vậy các gian máy không được dùng ngọn lửa trắn và phải được thông thoáng thường xuyên. Khi hỗn hợp với thuỷ ngân sẽ gây nổ nên không được dùng áp kế thuỷ ngân trong hệ thống amôniac.

- Tính chất sinh lý: Độc hại với con người, gây kích thích niêm mạc mắt, dạ dày, co thắt cơ quan hô hấp, làm bỏng da. Làm giảm chất lượng sản phẩm bảo quản, làm biến màu rau quả.

- Tính kinh tế: Rẻ tiền, dễ kiểm, dễ vận chuyển, bảo quản.

1.3.2. R22

- Công thức hoá học CHClF_2 là chất khí không màu, có mùi nhẹ, nặng hơn không khí, sôi ở áp suất khí quyển ở nhiệt độ $-40,8^{\circ}\text{C}$. Được ứng dụng rất rộng rãi trong các ngành công nghiệp, đặc biệt trong lĩnh vực điều hoà không khí, do có ảnh hưởng xấu đến môi trường (phá huỷ tầng ôzôn) nên cũng chỉ được phép sử dụng cho đến năm 2020.

- Tính chất vật lý: Có áp suất ngưng tụ cao tương tự amôniac, nhiệt độ ngưng 42°C , áp suất ngưng tụ 16,1at. Nhiệt độ cuối tâm nén trung bình nhưng

vẫn cần làm mát đầu máy nén. Áp suất bay hơi thường cao hơn áp suất khí quyển, năng suất lạnh riêng thể tích gần bằng amôniắc nên máy nén tương đối gọn. Độ nhớt lớn, tính lưu động kém hơn amôniắc nên đường ống, cửa van lớn hơn. Hoà tan dầu hạn chế nên gây khó khăn cho bôi trơn, đặc biệt trong khoảng nhiệt độ từ -20°C đến -40°C, R22 không hòa tan dầu nên người ta tránh không cho hệ thống lạnh dùng R22 làm việc ở chế độ nhiệt độ này. Không hòa tan nước nên có nguy cơ tắc ẩm. Không dẫn điện nên sử dụng tốt cho máy nén kín và nửa kín, cần lưu ý lỏng R22 dẫn điện nên không để lỏng lọt về máy nén tiếp xúc với phần điện của động cơ.

- Tính chất hoá học: Phân huỷ ở nhiệt độ 550°C khi có chất xúc tác là thép, ở nhiệt độ cao hơn R22 sẽ tự phân huỷ thành những chất rất độc hại. Không tác dụng với kim loại và phi kim loại chế tạo máy nhưng gây trương phồng một số các chất hữu cơ như cao su và chất dẻo.

- Tính an toàn: Không cháy nổ nhưng khi phân huỷ ở nhiệt độ cao sẽ sinh ra những sản phẩm rất độc hại.

- Tính chất sinh lý: Không độc hại nhưng cũng không duy trì sự sống. Không làm biến chất sản phẩm bảo quản.

- Tính kinh tế: Đắt, nhưng dễ kiếm, vận chuyển, bảo quản dễ dàng.

1.3.3. R12

- Công thức hoá học CCl_2F_2 , là chất khí không màu, có mùi nhẹ, nặng hơn không khí, nhiệt độ sôi ở áp suất khí quyển là -29,8°C. Được sử dụng rất rộng rãi, đặc biệt trong các tủ lạnh cũ, nhưng do có mức độ phá huỷ tầng ôzôn lớn và hiệu ứng lỗng kính cao nên đã không được phép sử dụng từ năm 1996, tuy nhiên trên thực tế, do các thiết bị sử dụng R12 vẫn đang hoạt động nên thời hạn này được kéo dài thêm 10 năm đối với các nước đang phát triển và do vậy hiện nay lượng R12 trên thị trường ngày càng ít đi.

- Tính chất vật lý: Có áp suất ngưng tụ trung bình, với nhiệt độ ngưng tụ 42°C, áp suất ngưng tụ khoảng 10at. Nhiệt độ cuối tầm nén thấp, áp suất bay hơi thường hơn 1at. Năng suất lạnh riêng thể tích nhỏ (khoảng 60% của amôniắc) nên lưu lượng tuần hoàn trong hệ thống cũng lớn lên, vì vậy chỉ thích hợp cho những hệ thống có công suất nhỏ (như tủ lạnh gia đình). Khả năng trao đổi nhiệt kém hơn của amôniắc. Hệ số trao đổi nhiệt khi biến đổi Pha chỉ bằng 1/5 của nước nên phải làm cảnh về phía R12 cho các thiết bị trao đổi nhiệt với

nước. Độ lưu động kém nên đường ống, cửa van phải lớn để giảm tổn thất. Không dẫn điện, sử dụng rất an toàn cho máy nén kín và nửa kín. Hoà tan dầu hoàn toàn nên rất thuận lợi cho quá trình bôi trơn. Không hòa tan nước nên rất dễ gây tắc ẩm ở bộ phận tiết lưu, hàm lượng nước cho phép trong bình chứa đến 15kg là 6 phần triệu (6mg/kg). Tính tẩy cao nên hệ thống dễ bị sự cố do R12 rửa sạch các cặn bẩn, rỉ sắt, vẩy hàn và đưa chúng vào trong vòng tuần hoàn cùng với môi chất. Có khả năng rò rỉ cao.

- Tính chất hoá học: Phân huỷ ở nhiệt độ 540°C đến 560°C khi có chất xúc tác là thép, ở nhiệt độ 415°C khi có chất xúc tác là đồng. Ở nhiệt độ 760°C , R12 sẽ tự phân huỷ thành những chất rất độc hại. Không tác dụng với kim loại và phi kim loại chế tạo máy nhưng gây trương phồng một số các chất hữu cơ như cao su và chất dẻo.

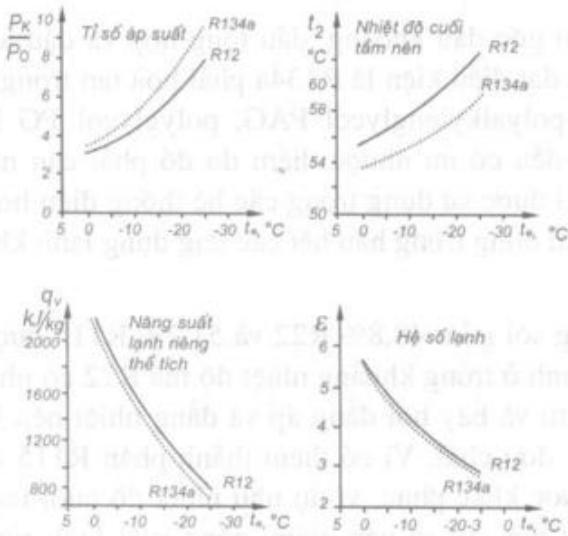
- Tính an toàn: Không cháy nổ nhưng khi phân huỷ ở nhiệt độ cao sẽ sinh ra những sản phẩm rất độc hại.

- Tính chất sinh lý: Không độc hại nhưng cũng không duy trì sự sống. Không làm biến chất sản phẩm bảo quản.

- Tính kinh tế: Đất, vận chuyển, bảo quản dễ dàng, hiện nay không còn dễ kiếm do đã không còn được phép lưu hành.

1.3.4. R134a

Công thức hoá học $\text{CH}_2\text{F} - \text{CF}_3$, nhiệt độ sôi ở áp suất khí quyển là $-26,5^{\circ}\text{C}$, R134a là môi chất lạnh có ODP = 0 đầu tiên được thương mại hoá và đã được sản xuất cách đây từ 20 năm. R134a dùng để thay thế cho R12 ở dải nhiệt độ cao và trung bình, đặc biệt là điều hoà không khí trong ôtô, điều hoà không khí nói chung, máy hút ẩm và bơm nhiệt. Ở nhiệt độ thấp R134a không có những đặc tính thuận lợi, hiệu quả năng lượng rất thấp nên không thể ứng dụng được. R134a cũng có nhiều đặc tính giống R12 như: Không cháy nổ. Không độc hại, không ảnh hưởng xấu đến cơ thể sống. Tương đối bền vững hoá học và nhiệt. Có các tính chất tốt với kim loại chế tạo máy. Có tính chất nhiệt động và vật lý phù hợp. Nếu so sánh hai chất lạnh R134a và R12 về các chỉ tiêu như: Tỉ số áp suất $\Pi = P_k/P_0$. Năng suất lạnh riêng thể tích q_v . Nhiệt độ cuối tầm nén. Hệ số lạnh ϵ của chu trình lạnh một cấp có nhiệt độ sôi từ -25°C , nhiệt độ ngưng tụ 40°C , độ quá nhiệt hơi hút 10°C và độ quá lạnh lỏng 5°C ta thấy tỉ số P_k/P_0 , năng suất lạnh thể tích và hệ số lạnh của R12 thuận lợi hơn so với R134a, riêng nhiệt độ cuối tầm nén của R134a thuận lợi so với R12



Hình 1.4. So sánh các thông số của chu trình lạnh R12 và R134a

Nhiều tài liệu cho rằng công suất và hiệu quả của R134a ở dải nhiệt độ trung bình và cao tương tự như R12 nhưng cũng có tài liệu cho rằng hiệu quả chỉ bằng $88 \div 90\%$ so với R12. Ở nhiệt độ bay hơi dưới -23°C thì không nên ứng dụng R134a vì tổn thất rất lớn (thấp hơn R12 từ $30 \div 40\%$), tỷ số nén cao làm giảm độ tin cậy hệ thống.

Cũng như R12, R134a phù hợp với hầu hết kim loại, hợp kim và phi kim loại chế tạo máy, trừ kẽm, manhê, chì và hợp kim nhôm với thành phần manhê lớn hơn 2% khối lượng. Đối với phi kim loại, tính phù hợp của R134a cao hơn R12.

Bảng 1.1: So sánh chu trình lạnh R12 và R134A

t ⁰ C	P _k /P ₀		q _v kJ/m ³		t ₂ , ⁰ C		ε	
	R12	R134a	R12	R134a	R12	R134a	R12	R134a
-25	7,78	9,51	822	748	62,6	59,1	2,9	2,8
-20	6,37	7,63	1012	942	60,8	57,7	3,3	3,2
-15	5,27	6,19	1235	1176	59,3	56,5	3,8	3,7
-10	4,39	5,05	1495	1455	57,9	55,4	4,3	4,2
-5	3,68	4,17	1797	1785	56,6	54,5	5,0	4,9
0	3,11	3,46	2146	2174	55,6	53,7	5,8	5,8

Các dầu bôi trơn gốc dầu khoáng, dầu tổng hợp và dầu alkybenzol không hoà tan R134a. Nếu đặt điều kiện là R134a phải hoà tan trong dầu thì cần phải chọn các loại dầu polyalkylenglycol PAG, polyglycol PG hoặc polyolester POE. Mỗi loại dầu đều có ưu nhược điểm do đó phải cân nhắc trước khi sử dụng. Hiện nay PAG được sử dụng trong các hệ thống điều hoà không khí trên ôtô, còn POE được sử dụng trong hầu hết các ứng dụng lạnh khác.

1.3.5. R502

Là hỗn hợp đồng sôi gồm 48,8% R22 và 51,2% R115 được sử dụng nhiều cho những thiết bị lạnh ở trong khoảng nhiệt độ mà R22 có nhược điểm về dầu bôi trơn. Do ngưng tụ và bay hơi đẳng áp và đẳng nhiệt nên R502 cũng được coi là môi chất lạnh đơn chất. Vì có thêm thành phần R115 nên nhiều nhược điểm của R22 đã được khắc phục, ví dụ như nhiệt độ cuối tâm nén giảm, các tính chất về điện tốt hơn, tỷ số nén giảm, năng suất lạnh riêng thể tích tăng 20% so với R22, nhiệt độ sôi ở áp suất khí quyển giảm xuống -45,4°C. Các tính chất lý, hoá, sinh và an toàn cũng tương tự như R22

1.3.6. R500

Là hỗn hợp đồng sôi có thành phần chính là R12 gồm 73,8% R12 và 26,2% R152a. Năng suất lạnh riêng thể tích tăng 20% so với R12, nhiệt độ sôi ở áp suất khí quyển giảm xuống -33,5°C. Các tính chất lý, hoá, sinh và an toàn cũng tương tự như R12

2. Chất tải lạnh

2.1. Nhiệm vụ

Chất tải lạnh là chất trung gian nhận nhiệt từ đối tượng cần làm lạnh chuyển tới thiết bị bay hơi và cấp lượng nhiệt đó cho môi chất lạnh thực hiện quá trình bay hơi.

Hệ thống lạnh dùng chất tải lạnh thường gọi là hệ thống lạnh gián tiếp và chất tải lạnh còn gọi là môi chất lạnh thứ cấp. Tuy rằng khi sử dụng chất tải lạnh sẽ gây tổn thất năng lượng và phải đầu tư thêm các thiết bị phụ như bơm chất tải lạnh, dàn trao đổi nhiệt giữa chất tải lạnh và môi chất lạnh, hệ thống đường ống, van khoá, bảo ôn... nhưng chất tải lạnh vẫn được dùng khi môi chất lạnh có tính độc hại (amôniắc) không thuận tiện để làm lạnh trực tiếp, khi có nhiều hộ tiêu thụ lạnh, nhiều dàn lạnh cần phải nạp một lượng môi chất lớn và khả năng rò rỉ môi chất trên đường ống cao, ngoài ra trong một số trường hợp sử dụng chất tải lạnh sẽ dễ dàng hơn cho việc tự động hoá và lắp đặt vì cụm thiết bị và máy nén đã được hoàn thiện tại nơi sản xuất.

2.2. Các yêu cầu với chất tải lạnh

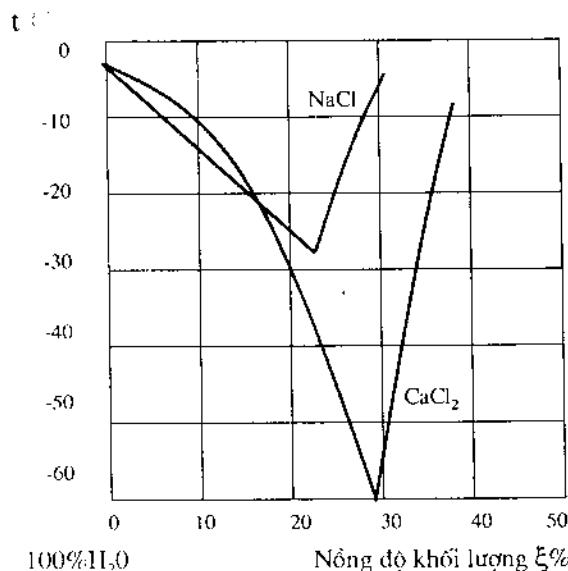
- Tính chất vật lý: Nhiệt độ đông đặc phải thấp hơn nhiệt độ bay hơi làm việc của môi chất lạnh ít nhất 5°C để tránh làm nổ ống do nguy cơ chất tải lạnh đông đặc làm tăng thể tích, nhiệt độ sôi ở áp suất khí quyển cao, ít bay hơi để tránh tổn thất đặc biệt khi không chạy máy lạnh. Hệ số dẫn nhiệt và hệ số trao đổi nhiệt lớn. Nhiệt dung riêng càng lớn càng tốt vì sẽ giảm lưu lượng khi vận hành và tăng khả năng trữ lạnh. Độ nhớt và khối lượng riêng càng nhỏ càng tốt để giảm tổn thất áp lực trên đường ống.

- Tính chất hóa học: Không ăn mòn kim loại chế tạo máy và thiết bị.
- Tính an toàn: Không cháy nổ, không gây ô nhiễm môi trường.
- Tính chất sinh lý: Không độc hại với người và sinh vật. Không làm biến chất sản phẩm bảo quản.
- Tính kinh tế: Rẻ tiền, dễ kiếm, vận chuyển, bảo quản dễ dàng.

2.3. Các chất tải lạnh thường dùng

2.3.1. Nước

Là chất tải lạnh đáp ứng được hầu hết các yêu cầu trên, nhưng nước tinh khiết đông đặc ở 0°C , vì vậy phạm vi sử dụng của nó chỉ ở lĩnh vực điều hòa không khí và những buồng lạnh có nhiệt độ sôi của môi chất không thấp hơn 5°C .



Hình 1.5. Quan hệ nồng độ khói lượng và nhiệt độ hóa rắn của dung dịch muối

2.3.2. Dung dịch nước muối NaCl

Đáp ứng gần như đầy đủ các tính chất của một chất tải lạnh lý tưởng, rẻ, dễ kiểm, an toàn. Khi nồng độ khối lượng đạt 23,1% dung dịch đạt nhiệt độ cùng tinh (nhiệt độ hoá rắn thấp nhất) ở $-21,2^{\circ}\text{C}$. Như vậy, để an toàn nhiệt độ sôi của môi chất lạnh không được thấp hơn $-16,2^{\circ}\text{C}$. Nhược điểm của nước muối NaCl là gây han rỉ và ăn mòn thiết bị, để giảm tính ăn mòn người ta thường phải cho thêm vào dung dịch một số phụ gia hoặc chất ức chế ăn mòn như crômat và phốtphát để đưa độ pH về trung tính.

2.3.3. Dung dịch nước muối CaCl_2

Được sử dụng cho những yêu cầu nhiệt độ thấp hơn, khi nồng độ 29,9% khối lượng nước muối CaCl_2 đạt nhiệt độ cùng tinh là -55°C và cho phép nhiệt độ sôi của môi chất khoảng -50°C . Nhược điểm của muối CaCl_2 là khó kiểm hơn muối NaCl và tính ăn mòn cũng tương tự như NaCl.

2.3.4. Các hợp chất hữu cơ

Sử dụng chất tải lạnh là các hợp chất hữu cơ có thể đạt được nhiệt độ đông đặc rất thấp. Nhiệt độ hoá rắn của chúng cũng phụ thuộc rất nhiều vào nồng độ nên khi cần nhiệt độ bay hơi ở giá trị nào thì người ta mới quyết định hòa trộn dung dịch theo tỷ lệ đó do giá thành của các chất tải lạnh hữu cơ là khá đắt, một nhược điểm nữa là chúng dễ cháy nổ hoặc độc hại. Sau đây là một số chất tải lạnh hữu cơ hay được sử dụng

Metanol: Còn gọi là rượu metylic, không màu, có mùi cồn, rất độc.

Etanol: Còn gọi là rượu etylic, là rượu uống được nhưng dễ gây cháy.

Glycol: Thuộc nhóm các hợp chất hữu cơ có gốc $(\text{OH})_2$. Chúng là những chất lỏng không màu, không mùi, có tính nhòn và vị hơi ngọt, có khả năng gây cháy nổ khi đạt nồng độ $>3,2\%$ thể tích trong không khí. Giá thành của glycol tương đối đắt nên nhiều trường hợp người ta thay bằng etanol.

Câu hỏi

1. Nêu lịch sử phát triển của kỹ thuật lạnh.
2. Nêu các phương pháp làm lạnh nhân tạo.
3. Nêu công dụng của môi chất lạnh.
4. Trình bày tính chất của một số môi chất lạnh thường dùng.
5. Nêu phạm vi sử dụng của một số môi chất lạnh thường dùng.
6. Nêu nhiệm vụ của chất tải lạnh và tính chất của các chất tải lạnh thường dùng.

Chương 2

MÁY NÉN LẠNH VÀ MỘT SỐ CHU TRÌNH CƠ BẢN CỦA MÁY NÉN HƠI

Mục tiêu

- Biết được cấu tạo và công dụng của một số loại máy nén lạnh, hiểu được nguyên lý làm việc của các chu trình lạnh cơ bản.
- Tính toán và lựa chọn được các chu trình lạnh cơ bản phù hợp với yêu cầu của hệ thống lạnh.Tra cứu nhanh, chính xác các thông số của máy nén trong các bảng biểu, đồ thị.
- Đánh giá được ưu nhược điểm của các chu trình đang được ứng dụng trong một hệ thống lạnh cụ thể, hiệu quả làm việc của các máy nén đang sử dụng.

Nội dung tóm tắt

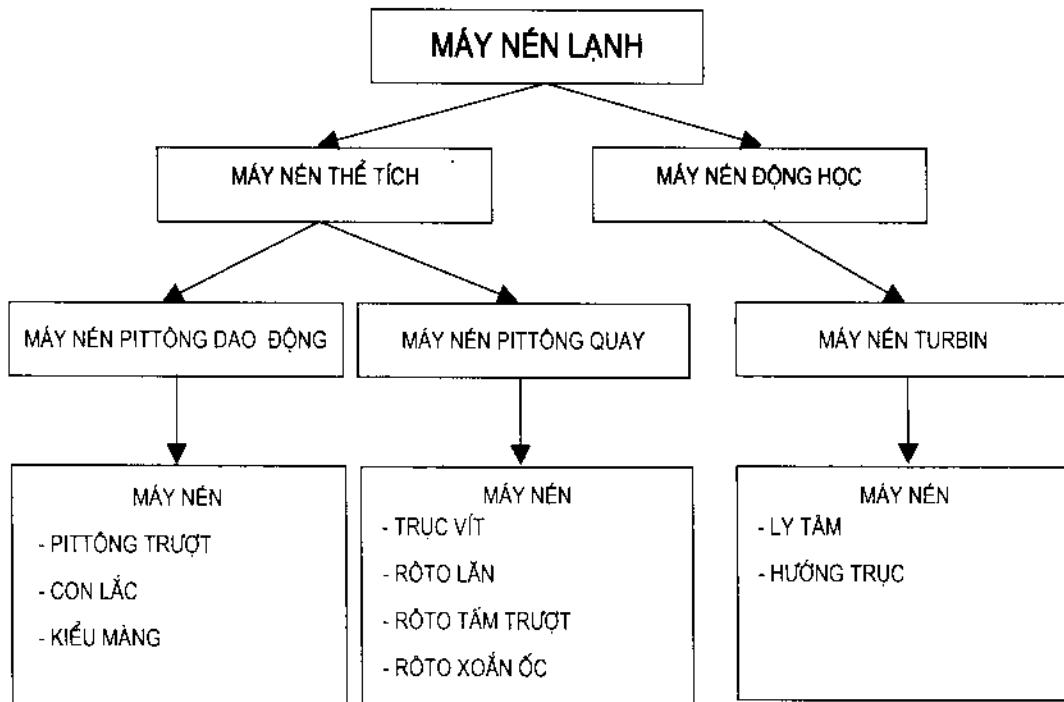
1. Phân loại và phạm vi ứng dụng của máy nén lạnh. Máy nén pitông trượt. Máy nén rôto. Máy nén trực vít. Máy nén xoắn ốc.
2. Chu trình máy lạnh nén hơi một cấp.
Chu trình Cacnô ngược. Chu trình khô. Chu trình quá lạnh, quá nhiệt. Chu trình hồi nhiệt.
3. Chu trình máy lạnh nén hơi hai cấp.

Chu trình máy lạnh 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn có 1 tiết lưu. Chu trình máy lạnh 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn có 2 tiết lưu. Chu trình máy lạnh 2 cấp làm mát trung gian hoàn toàn có 2 tiết lưu. Chu trình máy lạnh 2 cấp làm mát trung gian bằng ống xoắn có 2 tiết lưu.

I. PHÂN LOẠI VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG CỦA MÁY NÉN LẠNH

1. Phân loại

Có nhiều cách để phân loại máy nén, nhưng thông thường hay phân loại máy nén theo nguyên lý nén, đó là kiểu máy nén động học và kiểu máy nén thể tích, trong đó máy nén động học tăng áp suất bằng cách biến động năng của dòng môi chất đang chuyển động thành thế năng, còn trong máy nén thể tích tăng áp suất bằng cách giảm thể tích của dòng hơi môi chất. Trong mỗi loại lại được phân chia nhỏ hơn dựa theo nguyên lý làm việc và cấu tạo.



Hình 2.1. Phân loại tổng quát máy nén lạnh

Bảng 2.1. Bảng so sánh các tính chất đặc trưng của các loại máy nén

Đặc tính kỹ thuật	Pittong trượt	Trục vít	Turbin
Loại máy nén			
Năng suất lưu lượng	0,00015÷1,5m ³ /s 0,5÷5.000m ³ /h trạng thái hút	0,055÷3m ³ /s 200÷10.000m ³ /h trạng thái hút	>0,3m ³ /s >1.000m ³ /h trạng thái đẩy
Tỷ số nén tối đa hoặc hiệu áp suất trong 1 cấp nén	$\Pi = 8 \div 12$	$\Pi = 20$, $\Delta p = 2\text{MPa}$	Phụ thuộc vào môi chất và kết cấu của máy nén
Dạng nén	Xung động	Tương đối ổn định	Ôn định
Lưu lượng thể tích khi thay đổi áp suất nén	Ít phụ thuộc	Hầu như giữ nguyên	Rất phụ thuộc

Khả năng điều chỉnh năng suất khi giữ nguyên tốc độ vòng quay	Hạn chế theo từng nấc	Điều chỉnh vô cấp không hạn chế xuống đến 10%	Điều chỉnh vô cấp có giới hạn do thiết bị điều chỉnh
Đối với hiện tượng lỏng vào đường hút (va đập thuỷ lực)	Là vấn đề nan giải	Không gây trở ngại gì	Ít gây trở ngại
Số chi tiết bị mài mòn	Nhiều	Ít	Rất ít
Yêu cầu diện tích lắp đặt	Lớn nhất	Trung bình	Nhỏ nhất
Kiểu máy	Hở, nửa kín, kín	Hở, nửa kín	Hở, nửa kín
Yêu cầu bảo dưỡng	Đơn giản, dễ dàng	hoger	Cần có kiến thức và thận trọng cao
Vốn đầu tư	Thuận lợi nhất cho năng suất dưới 1MW	Thuận lợi cho năng suất từ 1,5MW trở lên	Nhỏ nhất cho năng suất từ 2MW trở lên, đặc biệt cho ĐHKK

Tuy nguyên lý nén khác nhau nhưng kết quả nhiệt động của hai quá trình này là hoàn toàn như nhau và do vậy phạm vi ứng dụng của chúng thường chỉ liên quan tới môi chất và các lý do kinh tế.

2. Phạm vi ứng dụng

Kỹ thuật lạnh sử dụng tất cả các dạng máy nén, nhưng tuỳ theo công suất, nhiệt độ yêu cầu và tính chất của môi chất lạnh mà trong mỗi ứng dụng cụ thể, người ta sẽ chọn loại máy nén có những tính năng phù hợp nhất.

Máy nén pittông trượt thường được sử dụng cho công suất nhỏ và trung bình. Với 1 cấp nén, tỷ số áp suất có thể đạt tới 9 hoặc 10, nhưng không vượt quá 12 tuỳ theo kiểu máy và độ hoàn thiện thiết kế. Nếu yêu cầu tỷ số nén cao hơn phải dùng máy nén hai hoặc nhiều cấp.

Máy nén trực vít được sử dụng cho công suất trung bình và lớn. Máy có kết cấu vững chắc, ít chi tiết chuyển động, không có các van hút và van đẩy nên

vận hành rất an toàn và có tuổi thọ cao. Tỷ số nén có thể đạt rất cao, tới 20 nên hoàn toàn có thể thay thế cho các máy nén pittông hai cấp công kềnh hơn.

Máy nén turbin được sử dụng cho công suất lớn và rất lớn, tuy tỷ số nén của máy nén turbin thấp và có giới hạn tùy theo từng loại môi chất nhưng lưu lượng của máy nén turbin rất lớn, do đó, với cùng công suất lạnh máy nén turbin có kích thước hình học nhỏ hơn rất nhiều so với các loại máy nén khác. Môi chất lạnh có phân tử lượng càng cao thì tỷ số nén càng cao, các môi chất thường dùng trước đây là R12, R11, R123 và hiện nay là R134a, amôniắc không được dùng cho máy nén turbin do có tỷ số nén quá thấp.

Phạm vi công suất ứng dụng tốt nhất cho mỗi loại xem trong bảng 2.1.

II. MÁY NÉN PITÔNG TRƯỢT

1. Lịch sử phát triển

Máy nén pittông trượt đã được chế tạo từ đầu thế kỷ XIX, đó là những máy nén nằm ngang có con trượt (đầu chữ thập). Đặc điểm cơ bản của máy nén thời này là nặng nề, công kềnh và tốc độ cũng rất chậm, diện tích lắp đặt yêu cầu lớn, tỷ lệ giữa khối lượng kim loại trên năng suất lạnh thấp.

Từ những năm 1935, người ta bắt đầu chế tạo các máy nén có 2 xylanh đặt đứng, từ năm 1954 là máy nén 4 xylanh đặt hình chữ V và từ năm 1965 là máy nén 8 xylanh đặt hình chữ W, các thông số kỹ thuật của máy đều đã được nâng cao, tỷ lệ giữa khối lượng kim loại chế tạo và năng suất lạnh giảm từ 34,5kg/kW xuống còn 3,8kg/kW, điều này có nghĩa là kích thước máy nén đã giảm đáng kể và tiết kiệm rất nhiều chi phí chế tạo.

Bảng 2.2. Bảng so sánh một số thông số của máy nén qua các thời kỳ

Kiểu máy nén		L14	S10	1V4/200	2W8/140
Năng suất lạnh Q_0	kW	315	315	310	340
Tốc độ vòng quay	v/ph	160	280	710	1440
Khối lượng máy nén	kg	10.450	6.600	3.140	1.280
Số lượng xylanh	cái	1	2	4	8
Đường kính pittông	mm	350	300	200	140
Khoảng chạy pittông	mm	450	300	150	85

Tốc độ pittông	m/s	2,4	2,8	3,55	4,08
Tỷ số khối lượng / Năng suất lạnh tiêu chuẩn (-15°C và 30°C)	kg/kW	34,5	21	10,5	3,8

2. Phân loại máy nén pítông

Máy nén pítông hiện nay đang được sử dụng có cấu tạo khác nhau tùy theo nước sản xuất và hãng sản xuất, nhưng chúng được thống nhất phân loại theo một số căn cứ sau:

2.1. Môi chất lạnh sử dụng

Có nhiều loại môi chất lạnh nhưng phổ biến chia làm máy nén amôniắc và máy nén Frêon. Trên máy nén thường ghi rõ loại môi chất lạnh được sử dụng theo quy định của nhà sản xuất.

2.2. Cách sắp xếp và bố trí xylanh

Chia làm máy nén thẳng đứng, máy nén nằm ngang, máy nén hình chữ V, W và VV...

2.3. Số xylanh

Loại 1, 2, 4, 6, 8 xylanh.

2.4. Số cấp nén

Máy nén có 1 hay 2 cấp nén bố trí trên cùng một máy.

2.5. Số mặt làm việc của pítông

Loại tác dụng đơn và tác dụng kép, phần lớn các máy nén hiện đại có số vòng quay cao và tỷ số đường kính trên hành trình pítông lớn đều là loại tác dụng đơn, chỉ có các loại máy nén có con trượt dẫn hướng pítông là nén hơi theo cả hai mặt của pítông.

2.6. Hướng chuyển động của môi chất trong quá trình nén qua xylanh

Thường được chia làm hai loại máy nén thuận dòng và máy nén ngược dòng. Máy nén thuận dòng là máy nén có dòng hơi môi chất không đổi hướng khi đi qua xylanh, môi chất được hút vào ở thân máy hoặc thân xylanh, Clapê hút nằm trên đỉnh pítông còn clapê đẩy đặt trên tấm nắp xylanh. Máy nén ngược dòng là máy nén có dòng hơi đổi hướng khi đi qua xylanh, ở máy nén ngược dòng clapê hút và đẩy đều nằm trên nắp xylanh.

2.7. Phương pháp giữ kín khoang trong của máy nén

Có 3 phương pháp giữ kín khoang trong máy nén, đó là:

Máy nén hở: Bao gồm máy nén hở có con trượt và máy nén hở không có con trượt. Máy nén có con trượt có khoang cacte hở, chỉ có phần xylanh được giữ kín bằng đệm kín ở thanh truyền chuyển động tịnh tiến, nối giữa pittông và con trượt. Loại máy nén hở không có con trượt là máy nén cần có cụm bít kín dầu trực. Đầu trực của trực khuỷu trong khoang môi chất phải nhô ra khỏi cacte để nhận truyền động từ động cơ qua đai truyền hoặc khớp nối. Phải có cụm bít dầu trực để bít kín không cho môi chất rò rỉ ra ngoài và không khí lọt vào hệ thống. Loại này có khả năng rò rỉ môi chất lớn nhất.

Máy nén nửa kín: (không có cụm bít kín dầu trực) người ta bố trí động cơ nằm trong cùng một vỏ với máy nén, vỏ máy được cấu tạo gồm hai phần được ghép chặt với nhau qua mặt bích sảnh bằng bulong. Rôto sẽ truyền động trực tiếp cho trực khuỷu của máy nén, do đó không có chi tiết chuyển động nào nhô ra ngoài vỏ máy. Loại này có khả năng rò rỉ môi chất.

Máy nén kín: Động cơ và máy nén nằm trong cùng một vỏ gồm hai hoặc nhiều phần được ghép lại với nhau bằng phương pháp hàn. Loại này hầu như không có hiện tượng rò rỉ môi chất, chủ yếu được ứng dụng cho máy nén có công suất dưới 10kW.

2.8. Năng suất lạnh

Là thông số chủ yếu để đánh giá máy nén. Năng suất lạnh Q_0 được tính theo điều kiện tiêu chuẩn với nhiệt độ ngưng tụ là 30°C và nhiệt độ bay hơi là -15°C . Căn cứ theo công suất lạnh mà người ta chia làm 3 loại, công suất lớn có $Q_0 > 105\text{kW}$, công suất trung bình có $105\text{kW} > Q_0 > 14\text{kW}$, công suất nhỏ có $Q_0 < 14\text{kW}$.

2.9. Năng suất thể tích hoặc thể tích nén lý thuyết của máy nén

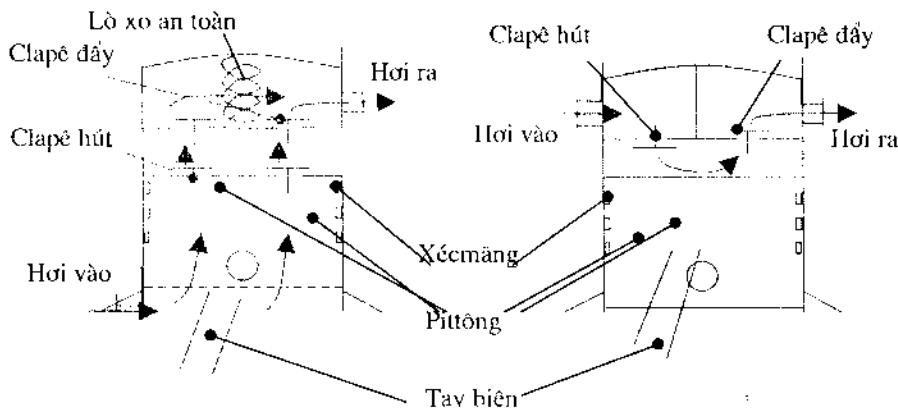
Được cho ngay trên nhãn máy hoặc trong catalogue, đơn vị là m^3/s hoặc m^3/h .

III. MÁY NÉN THUẬN DÒNG VÀ MÁY NÉN NGƯỢC DÒNG

1. Máy nén thuận dòng

Máy nén thuận dòng (hình 2.2.a) là máy nén có dòng hơi môi chất không đổi hướng khi đi qua xylanh. Máy nén thuận dòng thường có công suất trung bình hoặc lớn, hơi môi chất đi vào từ phần dưới của xylanh, khi pittông đi xuống, hơi môi chất tràn vào khoang giữa pittông rồi qua van hút vào xylanh. Clapé hút bố trí ngay trên đinh pittông nên khi pittông đi xuống nó sẽ tự mở do

quán tính. Cũng nhờ có lực quán tính này mà khi qua điểm chết dưới pittông đi lên bắt đầu vào quá trình nén thì van hút sẽ tự đóng lại. Các van đẩy bố trí trên nắp xylanh do đó dòng hơi không đổi hướng khi đi qua xylanh. Hơi ra có áp suất cao sẽ đi vào thiết bị ngưng tụ.



Hình 2.2. Sơ đồ chuyển động của dòng môi chất trong máy nén

Máy nén thuận dòng thường sử dụng môi chất là amoniăc, do nhiệt độ cuối tầm nén của amoniăc cao nên đầu máy nén phải được làm mát bằng nước, cũng do để giảm nhiệt độ cuối tầm nén mà hơi hút về máy nén có độ quá nhiệt rất thấp, chỉ từ 5°C đến 10°C , rất gần điểm bão hòa nên dễ có khả năng hút phải môi chất lỏng. Để khắc phục hiện tượng hút phải môi chất lỏng gây va đập thuỷ lực, người ta bố trí nắp phía clapé đẩy không cố định vào thân máy mà chỉ được giữ bằng lò xo, khi xảy ra va đập thuỷ lực do máy nén hút phải môi chất lỏng, áp suất trong khoang đẩy tăng lên đột ngột sẽ thăng lực của lò xo và nắp này sẽ mở ra cho lỏng thoát khỏi xylanh, tránh gây hư hỏng cho máy nén.

Ưu điểm chính của máy nén thuận dòng

Không có tổn thất thể tích do trao đổi nhiệt giữa khoang hút và khoang đẩy của máy nén làm cho hơi hút bị nóng lên và tăng thể tích.

Có thể tăng tiết diện clapé hút và đẩy do diện tích bố trí clapé rộng, làm giảm được tổn thất áp suất qua van.

Giảm được tổn thất tiết lưu đường hút vì clapé hút đóng mở do quán tính chứ không do chênh lệch áp suất.

Nhược điểm chính của máy nén thuận dòng

Khối lượng pittông lớn nên quán tính và ma sát lớn, khó tăng tốc độ vòng quay trực khuỷu. Do tốc độ bị hạn chế nên máy nén sẽ công kềnh, xylanh dài

hơn của máy nén ngược dòng nên thường chỉ có loại xylyanh đứng, tiêu tốn vật liệu chế tạo.

2. Máy nén ngược dòng

Máy nén ngược dòng (hình 2.2.b) là máy nén có dòng hơi môi chất đổi hướng khi đi qua xylyanh. Đây là loại máy nén được sử dụng rất rộng rãi do có kết cấu gọn nhẹ, tốc độ cao, rất thích hợp cho môi chất lạnh là frêon.

Máy nén ngược dòng có khác biệt cơ bản so với máy nén thuận dòng là các clape hút không bố trí trên đầu pitông mà cùng bố trí trên nắp xylyanh. Nắp xylyanh được ngăn thành hai khoang hút đẩy riêng biệt nhờ các vách ngăn. Pitông của máy ngược dòng do đó rất đơn giản, gọn nhẹ, làm quan tính nhỏ nên có thể vận hành với tốc độ rất lớn (tới 3.000v/ph với dòng điện tần số 50Hz hoặc 3.600v/ph ở tần số 60Hz). Xylyanh có chiều cao thấp nên có thể bố trí gọn trong thân máy nén theo các kiểu chữ V, W hoặc VV làm tiết kiệm được rất nhiều vật liệu chế tạo.

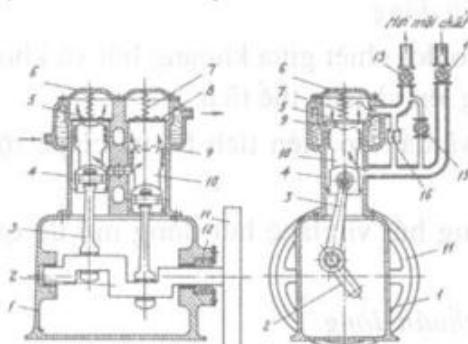
Nhược điểm chính của máy nén ngược chiều

Diện tích van hút và van đẩy nhỏ do cùng bố trí trên nắp xylyanh nên tổn thất tiết lưu lớn. Để khắc phục phần nào nhược điểm này, người ta tăng diện tích van hút bằng cách sử dụng van hút hình vành khăn ở phía dưới nắp xylyanh xung quanh đầu xylyanh, để toàn bộ diện tích nắp phía trên bố trí van đẩy.

Do khoang hút và khoang đẩy sát nhau nên có hiện tượng trao đổi nhiệt giữa khoang hút và khoang đẩy gây nên hiện tượng tổn thất thể tích do hơi hút bị tăng thể tích.

IV. MÁY NÉN HỞ

1. Đặc điểm cấu tạo



Hình 2.3. Cấu tạo máy nén hở hai xylyanh thuận dòng, môi chất NH₃

1. Thân máy, 2. Trục khuỷu, 3. Tay biên, 4. Xylanh, 6. Nắp khoang đẩy, 7. Lò xo, 8. ống nước làm mát, 9. Clape hút, 10. Pitông, 11. Bánh đai, 12. Cụm bịt kín, 13. Van chặn đầu đẩy, 14. Van chặn đầu hút, 15. Van khởi động, 16. Van an toàn

Máy nén hở là loại máy nén có đầu trục nhô ra ngoài thân máy nén để nhận truyền động từ động cơ đặt bên ngoài. Máy nén hở phải có cụm bit kín cổ trục để giữ không cho môi chất lọt qua phần bể mặt tiếp xúc giữa chi tiết tĩnh (khoang cacte thân máy) và chi tiết động (cổ trục khuỷu). Hiện nay công nghệ hiện đại cho phép chế tạo những bộ bit kín mà lượng thất thoát môi chất chỉ còn vài gam trong một ngày đêm. Máy nén hở thường có công suất từ trung bình đến lớn, trên máy bố trí các van an toàn, van giảm tải, van chặn và các thiết bị đo kiểm, mắt dâu. Để nhận truyền động từ động cơ, trên đầu trục khuỷu nhô ra bên ngoài thân máy người ta lắp bánh đai để lắp các đai truyền động, số lượng, kích thước và hình dạng của đai tùy theo công suất máy và do nhà chế tạo quy định, loại phổ biến thường gặp là đai thang. Bánh đà ngoài nhiệm vụ truyền động còn có tác dụng như một bánh đà giúp cho pittông đi qua điểm chết dễ dàng hơn.

2. Nguyên lý làm việc

Động cơ quay sẽ truyền chuyển động cho dây đai và sau đó tới bánh đai làm cho trục khuỷu của máy nén quay theo truyền chuyển động cho tay biên, tay biên sẽ biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến của pittông, nhờ pittông di chuyển tịnh tiến qua lại trong xylanh, máy nén sẽ thực hiện quá trình hút và nén môi chất.

Khi bắt đầu vận hành, người ta phải mở van giảm tải nối thông đường đẩy và đường hút của máy nén, động cơ trong thời điểm ban đầu chỉ cần thăng được quán tính và ma sát nên sẽ đạt tốc độ định mức rất nhanh, khi máy nén đã chạy đều tiếp tục mở van đẩy và đóng van giảm tải, tiếp đến mở từ từ van hút và sau cùng là mở van tiết lưu đưa máy nén dần vào trạng thái mang tải. Khi dừng máy thực hiện theo trình tự ngược lại, chỉ khác là không sử dụng đến van giảm tải.

3. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

3.1. Ưu điểm

- Có thể điều chỉnh vô cấp năng suất lạnh nhờ điều chỉnh vô cấp tỷ số đai truyền làm thay đổi tốc độ máy nén (đường kính puli của động cơ/đường kính puli của máy nén: $d_1/d_2 = v_2/v_1$).

- Bảo dưỡng sửa chữa dễ dàng, tuổi thọ tương đối cao.
- Dễ gia công các chi tiết thay thế vì công nghệ khá đơn giản.
- Có thể sử dụng động cơ điện, hoặc sử dụng động cơ xăng, dầu để truyền động cho máy nén khi không có điện hay khi lắp trên các phương tiện giao thông.

3.2. Nhược điểm

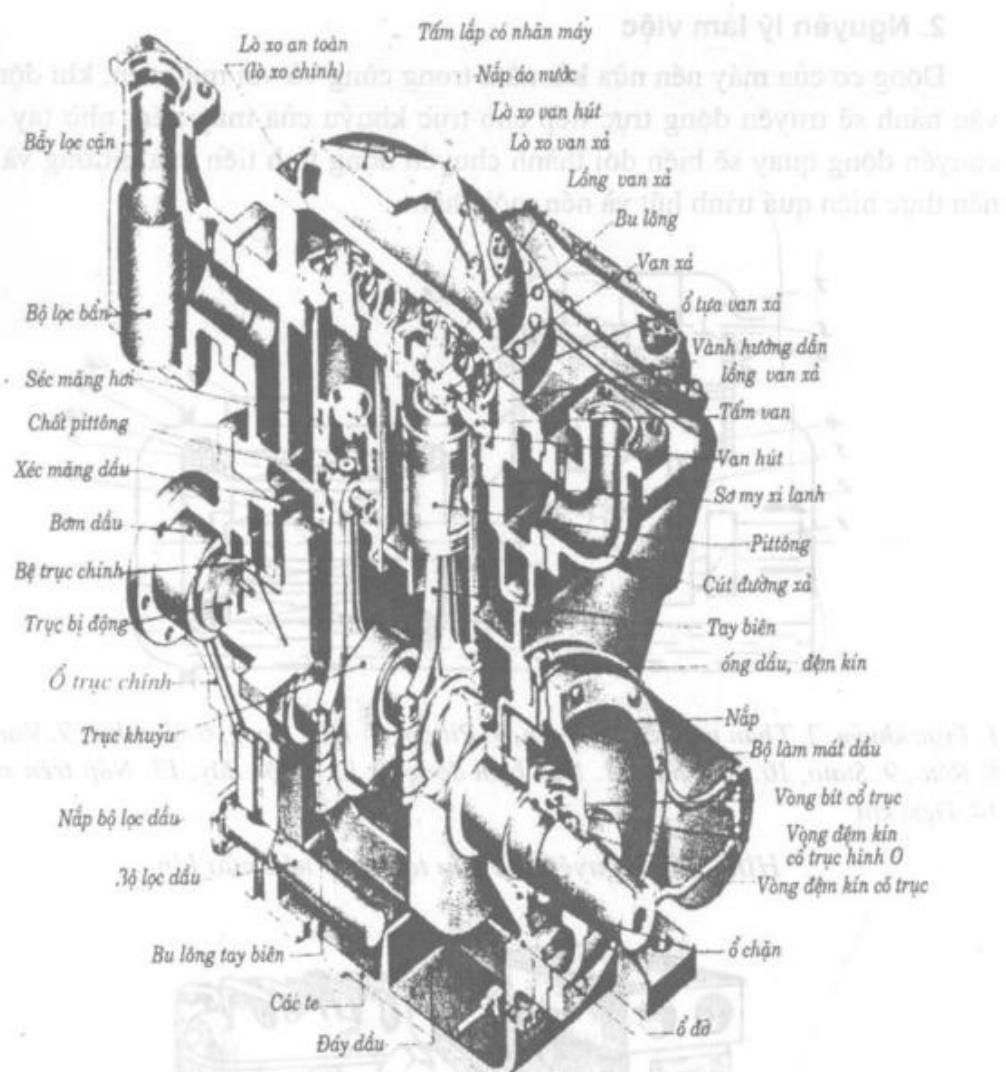
- Tốc độ thấp, vòng quay nhỏ nên kích thước máy lớn, công kênh, tốn diện tích lắp đặt và chi phí vật liệu cho một đơn vị lạnh cao.
- Có khả năng rò rỉ môi chất qua cụm bít kín cổ trực.

4. Một số máy nén hở thường dùng

Các máy nén hở thường dùng có nguồn gốc rất đa dạng của nhiều nước và nhiều hãng sản xuất. Hay gấp nhất ở nước ta là các máy nén của Nga, Hung, Nhật... bảng dưới đây giới thiệu một số loại máy nén hở do các nhà máy chế tạo thiết bị lạnh trong nước sản xuất theo mẫu của nước ngoài.

Bảng 2.3. Máy nén lạnh chế tạo trong nước

Tên gọi	Đơn vị	Thông số kỹ thuật							
		NMCK Long biên HN						NMCK Duyên hải HP	
Ký hiệu máy nén		6AW95	2AT80	4AV80	2AT150	4V95	2AT125	2A8	2A15
Số lượng xylyanh	chiếc	6	2	4	2	4	2	2	2
Đường kính xylyanh	mm	95	80	80	150	95	125	80	150
Hành trình pítông	mm	76	70	70	140	70	110	70	40
Năng suất lạnh tiêu chuẩn	kW	87	12	34,9	58,1	52,3	30,2	13	58,1
	kcal/h	75.000	10.000	30.000	50.000	45.000	26.000	11.000	50.000
Vòng quay trực khuỷu	v/ph	1.000	600	960	480	960	450	720	480
Công suất d.c máy nén	kW	33	7	20	28	22	14	7	28
Công suất d.c bơm nước	kW	2,8	1,7	2,8	2,8	2,8	1,7	1,7	2,8
Điện áp	V	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380
Tốc độ, tần số	v/ph, Hz	1440;50	1440;50	1440;50	1440;50	1440;50	1440;50	1440;50	1440;50
Khối lượng nạp NH ₃	kg	-	50	-	-	75	75	50	-
Dầu bôi trơn		XA	XA	XA	XA	XA	XA	XA	XA
Khối lượng dầu bôi trơn	kg	-	6	-	-	12	12	6	-
Năng suất làm đá	tấn/24h	7,5	1	3,5	5	3	3	1	5
Năng suất kem	que/ngày đêm	-	1.000				25.000	12.000	
Khối lượng thực phẩm bảo quản	tấn/ngày	30	5	15	20	10	10	5	20



Hình 2.4. Mặt cắt máy nén MYCOM nhiều xylyanh, môi chất NH_3 và Frêôn

V. MÁY NÉN NỬA KÍN

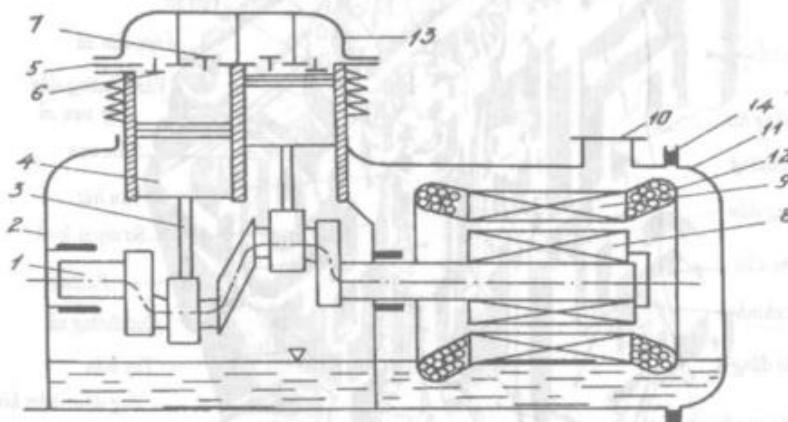
1. Đặc điểm cấu tạo

Máy nén nửa kín có động cơ lắp chung trong vỏ của máy nén. Các mặt đệm kín khoang môi chất đều là loại mặt đệm tĩnh có gioăng, được siết chặt với thân máy nén bằng bulông.

Trên máy nén được bố trí các van chặn đường hút, đường đẩy, mắt dầu.

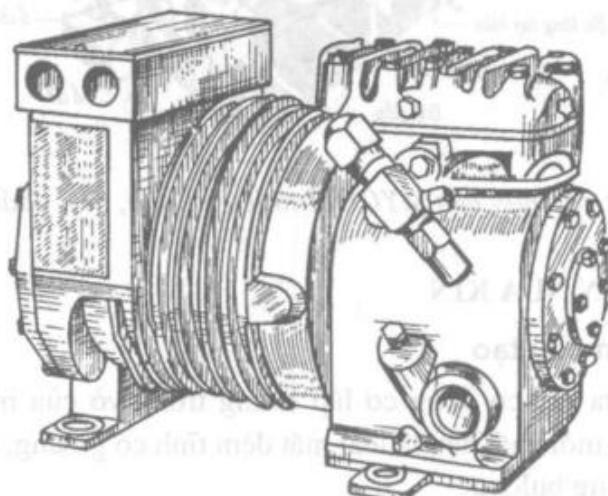
2. Nguyên lý làm việc

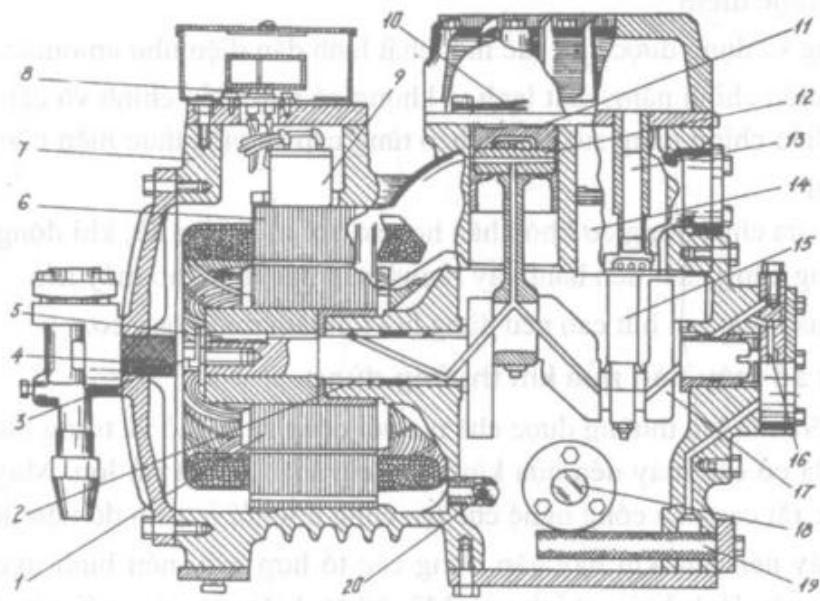
Động cơ của máy nén nửa kín nằm trong cùng vỏ với máy nén, khi động cơ vận hành sẽ truyền động trực tiếp cho trục khuỷu của máy nén, nhờ tay biên, chuyển động quay sẽ biến đổi thành chuyển động tịnh tiến của pít-tông và máy nén thực hiện quá trình hút và nén môi chất.



1. Trục khuỷu, 2. Thân máy, 3. Tay biên, 4. Pittông, 5. Nắp trong, 6. Van hút, 7. Van đẩy, 8. Rôto, 9. Stato, 10. Cửa hút, 11. Nắp bích động cơ, 12. Cuộn dây, 13. Nắp trên xilanh, 14. Đệm kín

Hình 2.5. Nguyên tắc cấu tạo máy nén nửa kín





1. Roto, 2. Trục, 3. Cánh, 4. Lưới lọc, 5. Then, 6. Stato, 7. Thân máy, 8. Hộp điện, 9. Bảo vệ, 10. Van đẩy, 11. Van hút, 12. Xecmăng, 13. Kênh, 14. Pittông, 15. Biên, 16. Bơm dầu, 17. Bánh đà, 18. Mắt dầu, 19. Sấy dầu, 20. Van

Hình 2.6. Cấu tạo máy nén nửa kín Copeland

Việc giảm tải trong máy nén nửa kín khi khởi động được thực hiện tự động, các van chặn trên đường hút và đẩy của máy thường ở trạng thái mở hoàn toàn.

Động cơ điện được làm mát theo hai cách, hoặc bằng hơi môi chất lạnh từ thiết bị bay hơi về hoặc bằng quạt làm mát đặt bên ngoài.

3. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

3.1. Ưu điểm

- Khả năng rò rỉ môi chất lạnh giảm do không có cụm bít kín đầu trục mà chỉ có các gioăng đệm tinh làm kín đảm bảo hơn.

- Kích thước máy nhỏ gọn hơn so với máy nén hở, diện tích lắp đặt yêu cầu không lớn.

- Không có tổn thất truyền động do trục khuỷu liên với trục động cơ.

- Vận hành đơn giản, an toàn và tin cậy. Bảo dưỡng sửa chữa tương đối đơn giản, hạn chế được sự thất thoát môi chất lạnh ra môi trường do có các van chặn ở hai đầu máy.

3.2. Nhược điểm

- Không sử dụng được cho các môi chất lạnh dẫn điện như amôniắc.
- Khó điều chỉnh năng suất lạnh vì không có puli điều chỉnh vô cấp. Chỉ có khả năng điều chỉnh năng suất lạnh theo từng cấp và việc thực hiện cũng tương đối phức tạp.
- Việc sửa chữa động cơ khó khăn hơn so với máy nén hở, khi động cơ gặp sự cố thường cũng phải tiến hành tẩy rửa và nạp dầu mới cho máy nén.
- Độ quá nhiệt hơi hút cao nếu dùng hơi hút làm mát động cơ.

4. Một số máy nén nửa kín thường dùng

Máy nén nửa kín thường được chế tạo với công suất nhỏ và trung bình, hiện nay cũng đã có các máy nén nửa kín với công suất lớn và rất lớn. Máy có tốc độ làm việc rất cao nên công nghệ chế tạo cũng đòi hỏi ở trình độ tiên tiến.

Các máy nén nửa kín hay gấp trong các tổ hợp máy nén bình ngưng hay các tổ hợp máy lạnh hoàn chỉnh của Mỹ, Nhật, Liên xô cũ... với các cỡ công suất được sản xuất phục vụ cho nhiều những ứng dụng khác nhau như kho lạnh, sản xuất nước lạnh để điều hòa không khí...

VI. MÁY NÉN KÍN

1. Đặc điểm cấu tạo

Máy nén kín có động cơ và máy nén đặt trong cùng một vỏ được làm kín bằng phương pháp hàn. Trục của động cơ cũng liền với trục khuỷu của máy nén. Trên vỏ máy có những đường ống đẩy, hút, cũng có thể có thêm các đường hút chân không, đường làm mát dầu tùy từng loại máy nén. Đường ống giữa máy nén và thiết bị của hệ thống thường được nối bằng phương pháp hàn. Khối động cơ máy nén kín thường được gọi là Blôc.

Vấn đề chống rung của máy nén kín có thể được thực hiện theo nhiều cách phụ thuộc vào chủng loại máy nén, hoặc là chống rung bên ngoài như các máy nén hở và nửa kín bằng đế chống rung (cao su hoặc lò xo) hoặc chống rung trong máy bằng lò xo, nếu chống rung bên trong thì các lò xo sẽ treo hoặc đỡ khối máy nén động cơ.

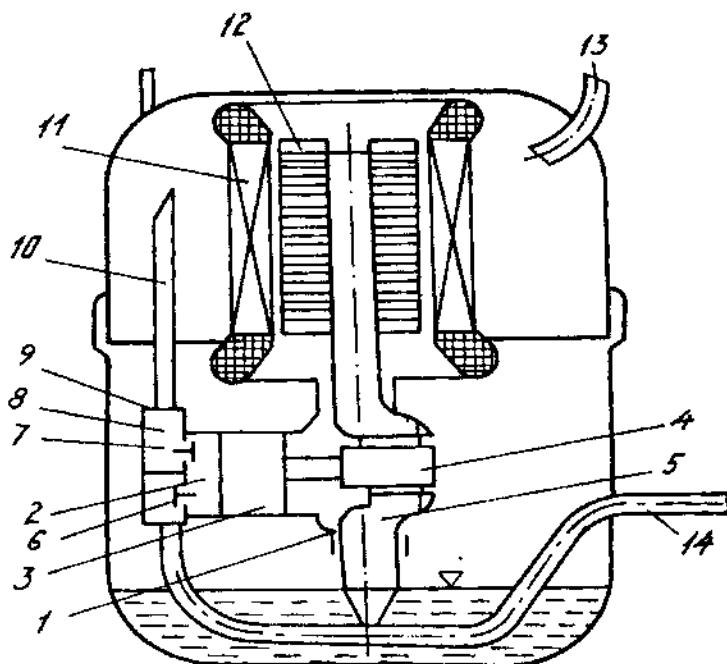
2. Nguyên lý làm việc

Động cơ của máy nén kín nằm trong cùng vỏ với máy nén, khi động cơ vận hành sẽ truyền động trực tiếp cho trục khuỷu của máy nén, nhờ tay biên,

chuyển động quay sẽ biến đổi thành chuyển động tịnh tiến của piston và máy nén thực hiện quá trình hút và nén môi chất.

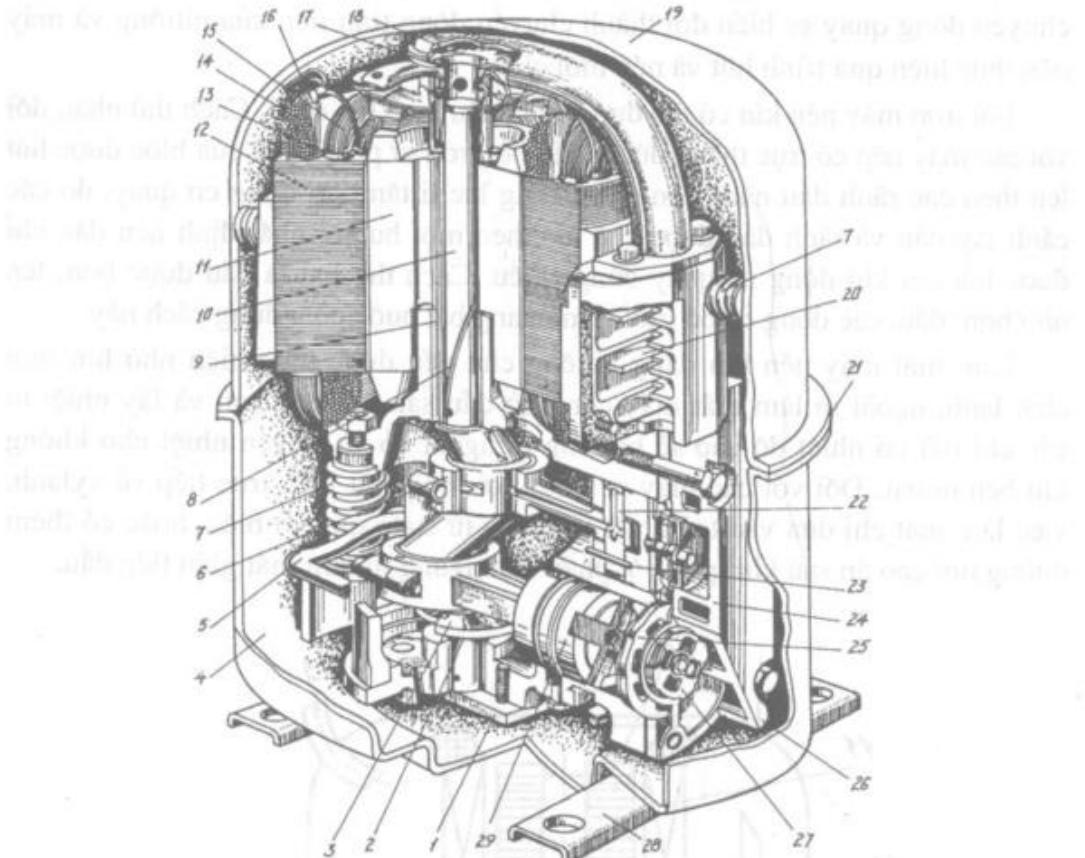
Bôi trơn máy nén kín có thể được thực hiện theo hai cách. Cách thứ nhất, đối với các máy nén có trục thẳng đứng, dầu bôi trơn từ phần dưới của блок được hút lên theo các rãnh dầu nằm trong trục bằng lực li tâm khi động cơ quay, do các cánh lấy dầu và rãnh dầu được chế tạo theo một hướng nhất định nên dầu chỉ được hút lên khi động cơ quay đúng chiều. Cách thứ hai là dầu được bơm lên nhờ bơm dầu, các động cơ có trục nằm ngang bắt buộc phải dùng cách này.

Làm mát máy nén kín dạng piston chủ yếu được thực hiện nhờ hơi môi chất lạnh, ngoài ra làm mát máy còn nhờ dầu sau khi bôi trơn và lấy nhiệt từ các chi tiết có nhiệt độ cao sẽ bị văng ra ngoài vỏ và truyền nhiệt cho không khí bên ngoài. Đối với các máy nén hút hơi môi chất lạnh trực tiếp về xylanh, việc làm mát chỉ dựa vào tỏa nhiệt trực tiếp từ staton qua vỏ блок, hoặc có thêm đường hơi cao áp sau khi qua ống phân dàn ngưng tụ làm mát gián tiếp dầu.



1. Thân máy nén, 2. Xilanh, 3. Piston, 4. Tay biền, 5. Trục khuỷu, 6. Van đẩy,
7. Van hút, 8. Nắp trong, 9. Nắp ngoài xilanh, 10. Ống hút, 11. Stato, 12. Rôto,
13. Ống hút của lốc, 14. Ống đẩy

Hình 2.7. Nguyên lý cấu tạo máy nén kín



1. Tấm bệ, 2. Ố đỡ dưới, 3. Cánh té dầu, 4. Cácte, 5. Ống đẩy, 6. Tay biên, 7. Lò xo đỡ, 8. Rãnh hút dầu, 9. Ố đỡ chính phía trên, 10. Trục khuỷu, 11. Roto, 12. Stato, 13. Đệm cách điện, 14. Cuộn dây chính của động cơ, 15. Cuộn dây khởi động của động cơ, 16. Bộ bảo vệ quá nhiệt bên trong động cơ, 17. Đĩa li tâm để phòng xilanh hút phai lỏng, 18. Ống hút trong, 19. Vỏ máy nén, 20. Ống giảm âm đường hút, 21. Gờ hàn, 22. Chốt pittông, 23. Chốt định vị, 24. Nắp khoang hút, 25. Van hút, 26. Nắp xilanh, 27. Cùm van đẩy, 28. Giá cố định máy nén, 29. Pittông

Hình 2.8. Cấu tạo máy nén kín CL của TECUMSEH

3. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

3.1. Ưu điểm

- Có khả năng giữ kín môi chất tốt nhất do vỏ được hàn kín.
- Không có tổn thất truyền động do trực động cơ liền với trực máy nén.
- Tốc độ rất cao (tới 3.000v/ph ở tần số điện 50Hz).

- Gọn nhẹ, hiệu suất cao, dễ lắp đặt.

3.2. Nhược điểm

- Không sử dụng được cho các môi chất dẫn điện (như amôniắc).
- Khó thay đổi năng suất lạnh, việc thay đổi năng suất lạnh theo các cấp bằng thay đổi số cặp cực tương đối phức tạp. Hiện nay đã áp dụng công nghệ cho phép thay đổi công suất liên tục đối với các máy nén có công suất không lớn, chủ yếu trong lĩnh vực điều hòa không khí, nhưng giá thành còn cao.
- Không dùng cho các công suất lớn và rất lớn.
- Độ quá nhiệt hơi hút cao nếu dùng hơi hút về làm mát động cơ
- Khi một chi tiết trong блок gấp sự cố thì ngoài việc sửa chữa thay thế chi tiết đó, đồng thời phải thay mới toàn bộ dầu bôi trơn và môi chất lạnh và thực hiện hàn kín.
- Công nghệ gia công đòi hỏi rất khắt khe.

4. Một số máy nén kín thường dùng

Máy nén kín rất phổ biến trong sinh hoạt và công nghiệp, được dùng cho các máy lạnh có công suất nhỏ và trung bình. Hay gấp các máy nén kín của Liên xô (cũ) Mỹ, Nhật, Đức, Ý... sử dụng cho tủ lạnh, tủ bảo quản, máy điều hoà nhiệt độ...

Bảng 2.4. Bảng so sánh các đặc điểm chính của các loại máy nén

Đặc điểm	Máy nén hở	Máy nén nửa kín	Máy nén kín
Đặc điểm cấu tạo và khả năng giữ kín khoang môi chất	Trục cơ nhô ra khỏi thân máy. Đệm kín cổ trục quay và thân máy nén dễ rò rỉ môi chất	Động cơ lắp chung trong vỏ máy. Đệm kín tĩnh nên khả năng rò rỉ môi chất ít.	Động cơ và máy nén đặt chung trong vỏ hàn kín, hầu như không rò rỉ môi chất
Năng suất lạnh	Trung bình, lớn, rất lớn	Nhỏ, trung bình và lớn	Rất nhỏ, nhỏ, trung bình
Khả năng bảo dưỡng, sửa chữa	Đơn giản	Tương đối đơn giản	Phức tạp

Môi chất	Tất cả các loại môi chất	Chỉ với môi chất không dẫn điện	
Đặc điểm tốc độ	Chậm	Tối đa	
Tổn thất truyền động	Có tổn thất qua đai truyền	Không có tổn thất	
Khả năng điều chỉnh tốc độ	Vô cấp qua bánh đai	Hạn chế	Có khả năng
Yêu cầu độ bền chi tiết và công nghệ gia công	Độ bền bình thường. Công nghệ không khắt khe	Độ bền cao. Công nghệ đòi hỏi khắt khe	

VII. MỘT SỐ CHI TIẾT CỦA MÁY NÉN PITÔNG

Nhìn chung, máy nén pittông có nhiều chi tiết mài mòn, dễ hỏng, thời gian thay thế định kỳ ngắn nhưng phần lớn trong số đó chế tạo tương đối dễ, có thể sản xuất trong nước, trong máy nén pittông kiểu trượt bao gồm một số các chi tiết chính như sau

1. Cụm bịt kín ổ trực

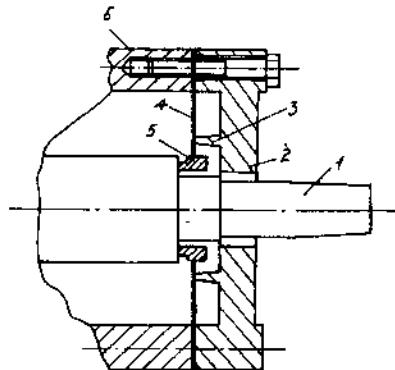
Cụm bịt kín ổ trực được dùng cho máy nén kiểu hở, nó ngăn không cho môi chất trong khoang máy nén thoát ra bên ngoài. Cụm bịt kín phải có tác dụng làm kín trong các điều kiện áp suất và nhiệt độ thay đổi, khi máy chạy và dừng máy.

Việc làm kín cổ trực được thực hiện nhờ hai bề mặt ma sát luôn luôn được bôi trơn bằng dầu bôi trơn của chính máy nén. Các bề mặt ma sát được gia công chính xác và phải đảm bảo rất sạch, vật liệu chế tạo các bề mặt thường là thép tôi cứng với đồng, teflon và grafit.

Dựa theo nguyên tắc cấu tạo có thể phân cụm bịt kín thành 3 loại:

1.1. Cụm bịt kín cổ trực kiểu màng

Nguyên tắc cấu tạo của cụm bịt kín dạng này là vòng bịt kín hay vòng ma sát 5 được gắn trên màng đàn hồi 4, nhờ vòng đỡ 3 ép vào nên luôn tì lên vai trực khuỷu. Do có lớp dầu bôi trơn nằm giữa mà bề mặt ma sát giữa vòng 5 và vai trực luôn kín. Trong thực tế cấu tạo phức tạp hơn nhưng về nguyên lý không có gì thay đổi.



1. Trục khuỷu
2. Nắp
3. Vòng đỡ
4. Màng
5. Vòng bịt kín, vòng ma sát
6. Thân máy nén

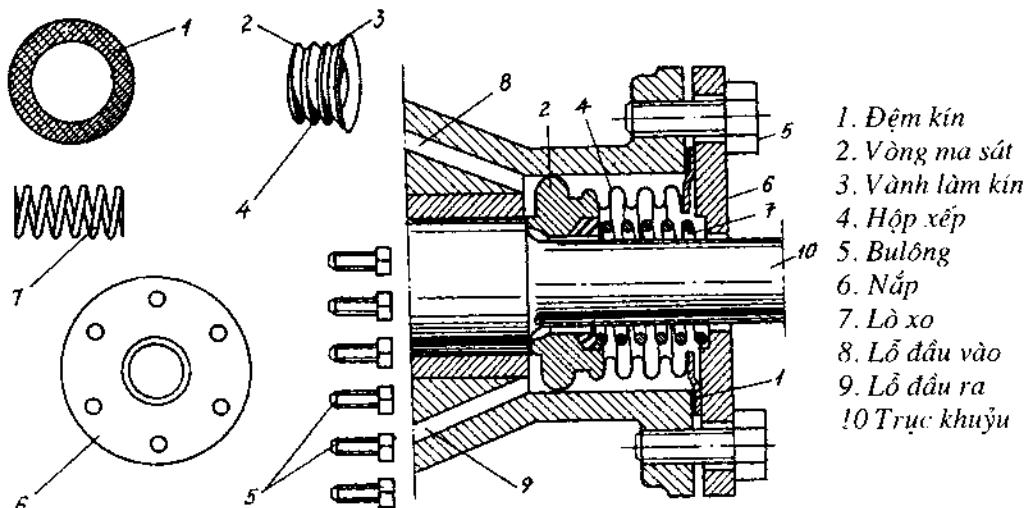
Hình 2.9. Cấu tạo cụm bịt kín cổ trục kiểu màng

1.2. Cụm bịt kín cổ trục kiểu hộp xếp tĩnh

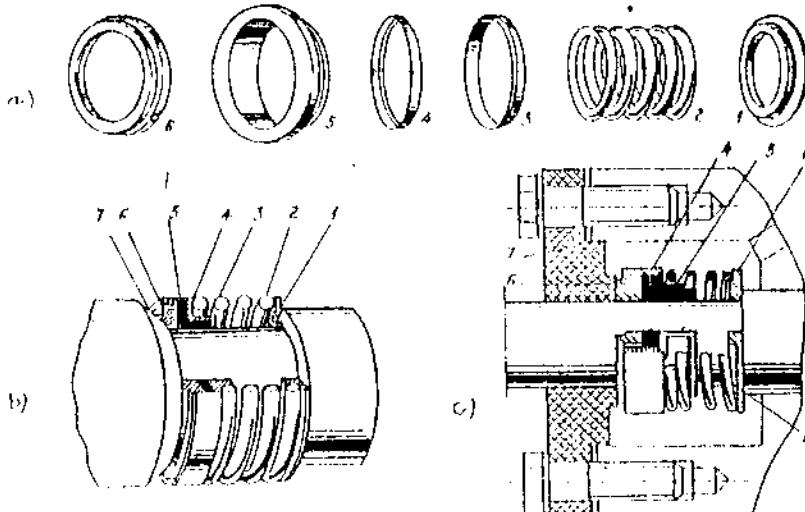
Nguyên tắc cấu tạo của bộ bịt kín kiểu hộp xếp tĩnh là hộp xếp không quay theo trục. Hộp xếp kín hơi nhưng có thể co dãn, lò xo dùng để ép chi tiết 2 vào vai trục khuỷu. Bề mặt làm kín là bề mặt vòng ma sát 2 và vai trục khuỷu. Trong khoang của cụm bịt kín luôn được chứa đầy dầu, vừa có tác dụng bôi trơn vừa có tác dụng thải nhiệt do bề mặt ma sát sinh ra.

1.3. Cụm bịt kín cổ trục kiểu hộp xếp quay

Các chi tiết từ 1 đến 6 của cụm bịt kín quay theo trục khuỷu, bề mặt ma sát là bề mặt giữa chi tiết 6 và 7. Dầu bôi trơn cũng được đưa vào đây để làm kín và làm mát, đây là loại được dùng phổ biến nhất hiện nay.



1. Đệm kín
2. Vòng ma sát
3. Vành làm kín
4. Hộp xếp
5. Bulông
6. Nắp
7. Lò xo
8. Lỗ dầu vào
9. Lỗ dầu ra
- 10 Trục khuỷu



1. Tấm đỡ lò xo; 2. Lò xo; 3. Vòng ép; 4. Vòng hãm; 5. Vòng đệm kín; 6. Vòng chuyển động; 7. Nắp cùm bít cổ trục; a. Chi tiết; b. Nắp trên cổ trục; c. Mặt cắt

Hình 2.10. Cùm bít kín cổ trục kiểu hộp xếp tĩnh và kiểu hộp xếp quay

2. Pitông

Pittông trượt có dạng hình trụ, đối với các máy nén lớn thường được làm rỗng bên trong. Pittông của máy nén thuận dòng thường rất lớn và nặng nề vì có bộ van hút bố trí trên đỉnh. Pittông của máy nén ngược dòng đơn giản hơn. Những pittông có đường kính lớn hơn 50mm thường có 3 xecmăng hơi để ngăn không cho môi chất trong quá trình nén đi ngược trở lại khoang áp suất thấp và 1 xecmăng dầu để gạt dầu bám trên bề mặt xylan, hạn chế dầu đi vào đường đẩy. Pittông có đường kính nhỏ hơn 50mm thường không cần xecmăng mà chỉ có rãnh giữ dầu bao quanh chu vi của pittông để làm kín khoang nén.

Vật liệu chế tạo pittông thường là gang xám hoặc hợp kim nhôm. Để giảm mài mòn, tốc độ trung bình của pittông không vượt quá $4 \div 4,5 \text{ m/s}$ hoặc xác định theo công thức:

$$C_{tb} = 2 \cdot s \cdot n \quad (\text{m/s}) \quad (2.1)$$

s: Hành trình pittông (m)

n: Số vòng quay trục khuỷu (v/s)

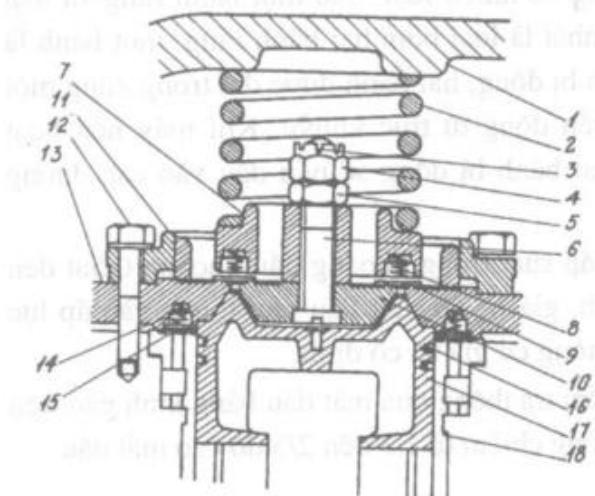
Các máy nén nhỏ có hành trình ngắn nên tốc độ vòng quay có thể rất lớn, vì vậy với các máy nén lớn người ta cố gắng giảm hành trình để tăng được công suất máy nén.

Mặt ngoài của pittông do phải di chuyển với tốc độ cao trong xylanh nên cần có độ chính xác và độ bóng cao. Pittông được nối với tay biên bằng chốt pittông có đục lỗ, chốt pittông đặt trong bạc lót của tay biên, đầu từ trục khuỷu di theo lỗ trong bạc lót cổ trục lên bạc lót tay biên qua chốt pittông để tới các bể mặt cần bôi trơn. Hai đầu chốt pittông thường có vòng hám để chốt không di chuyển được theo chiều vuông góc với trục tay biên.

3. Clapê

Clapê hay còn gọi là các van một chiều của máy nén, được bố trí trên đường đẩy và đường hút của máy nén. Clapê có rất nhiều dạng kết cấu khác nhau, đơn giản nhất là các loại van tấm một đầu được cố định, đầu kia để tự do, có thể đóng mở theo hiệu áp suất giữa hai phía của lá van. Để tránh lá van bị cong quá mức bao giờ cũng có các chi tiết khống chế khoảng mở của lá van, tăng tuổi thọ của lá van. Trong các máy nén công suất lớn, lá van được chế tạo có hình tròn để tăng tiết diện van, giảm tổn thất áp suất và giảm diện tích lắp đặt yêu cầu.

Việc làm kín của van được thực hiện bằng cách ép sát mặt phẳng của lá van lên gờ của đế van, do vậy yêu cầu các mặt tiếp xúc của lá van và gờ phải thật phẳng, không xước và phải sạch, ở đây dầu bôi trơn cũng có tác dụng làm kín. Đối với các máy nén công suất nhỏ sử dụng van tấm cố định một đầu thì lực ép van chính là lực đàn hồi của tấm van, đối với van dạng vòng lực ép thường do các lò xo tạo ra.



1. Nắp ngoài xilanh, 2. Lò xo an toàn, 3. Chốt che, 4. Ècu xé, 5. Ècu, 6. Bulông, 7. Lồng van xả, 8. Lò xo van xả, 9. Lá van xả, 10. Ố tựa van xả, 11. Vòng dẫn hướng lồng van xả, 12. Bulông, 13. Tấm van, 14. Lò xo van hút, 15. Tấm van hút, 16. Sécmăng, 17. Pittông, 18. Xilanh

Hình 2.11. Mặt cắt cụm van đẩy, van hút

Hình 2.11 cho thấy mặt cắt đứng của cụm xylanh, van đẩy, van hút. Tấm ngăn 13 ngăn khoang hút và khoang đẩy. Khoang hút bên dưới, khoang đẩy bên trên. Tấm ngăn 13, vòng dẫn hướng lồng van xả 11 cố định, riêng lồng van xả 7 có thể nâng lên hạ xuống trong vòng dẫn hướng. Ở điều kiện làm việc bình thường, lực lò xo an toàn 2 giữ lồng van ở vị trí như trên hình. Khi có hiện tượng va đập thuỷ lực, nghĩa là khi máy nén hút phải lồng hoặc dầu... áp suất tăng lên đột ngột có thể phá vỡ pittông, xylanh, gãy tay biên hoặc cong trực khuỷu... nhưng cũng do áp suất tăng đột ngột mà lực tác động lên lồng van xả tăng lên, ép lò xo 2 lại, nâng lồng van xả lên, mở rộng lối thoát của van xả để lồng hoặc dầu thoát ra ngoài. Khi áp suất trở lại bình thường, lồng van xả lại theo vòng dẫn hướng 11 trở về vị trí cũ.

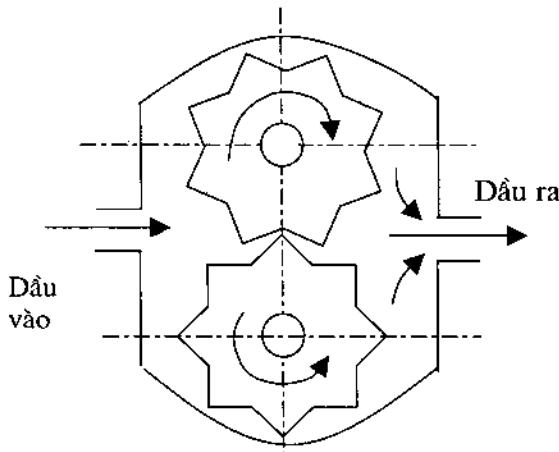
4. Bơm dầu

Bôi trơn máy nén đúng chế độ làm việc rất quan trọng để máy nén làm việc an toàn, tin cậy và tăng tuổi thọ. Có nhiều phương pháp bôi trơn cho máy nén, với các máy nén công suất nhỏ, trực đặt đứng thường áp dụng kiểu bôi trơn tự nhiên bằng lực ly tâm khi trực quay. Với máy nén trực nằm ngang có thể dùng bôi trơn cưỡng bức bằng cánh té dầu hoặc bơm dầu dạng pittông. Bơm dầu dạng bánh răng là loại bơm dầu được dùng cho các máy nén có bơm dầu cưỡng bức với công suất trung bình và lớn và nó cũng là loại bơm dầu rất phổ biến.

Bơm dầu nhận truyền động từ trực khuỷu hoặc từ động cơ riêng không phụ thuộc vào trực khuỷu, bơm dầu cũng có nhiều loại, loại một bánh răng và loại hai bánh răng. Loại bơm đơn giản nhất là loại bơm hai bánh răng, một bánh là bánh chủ động, bánh còn lại là bánh bị động, hai bánh được đặt trong cùng một vỏ bơm. Bánh chủ động nhận truyền động từ trực khuỷu. Khi máy nén hoạt động, bánh chủ động quay kéo theo bánh bị động sẽ nén dầu vào các đường dầu dẫn đến các vị trí cần bôi trơn.

Áp suất dầu luôn phải cao hơn áp suất trong khoang dầu khoảng 0,5at đến 1,5at, do vậy khi máy nén vận hành, giá trị áp suất dầu phụ thuộc vào áp lực trong khoang dầu (áp suất hút) sẽ không có giá trị cố định.

Mức dầu trong máy nén được kiểm tra thông qua mắt dầu bằng kính gắn trên thân của máy nén, mức dầu bình thường chiếm từ 1/3 đến 2/3 độ cao mắt dầu.



Hình 2.12. Bom dầu bánh răng

5. Bộ phận tiêu âm

Máy nén pittông làm việc theo chu kỳ nên có sự xung động ở cả hai đường hút và đẩy gây nên tiếng ồn. Để tiêu âm người ta bố trí các ống tiêu âm. Ống tiêu âm được lắp ngay sát máy nén trên cả đường hút và đường đẩy, nằm trong vỏ máy nén (khác với ống mềm chống rung nằm ngoài máy nén).

Ống tiêu âm có cấu tạo khá đơn giản, gồm có đường ống dẫn hơi mõi chất có đặc lỗ đặt trong một không gian kín có nhiều khoang rỗng, các khoang được ngăn với nhau bằng các vách ngăn bố trí theo chiều chuyển động của dòng hơi.

VIII. MÁY NÉN RÔTO

Máy nén rôto cũng thuộc loại máy nén thể tích, nghĩa là quá trình nén cũng được thực hiện bằng cách giảm thể tích làm tăng áp suất và quá trình hút bằng cách tăng thể tích làm giảm áp suất.

Điểm khác so với máy nén pittông trượt là rô to không chuyển động tịnh tiến trong xylanh mà sẽ lăn hoặc quay trong xylanh. Các máy nén rôto thường gặp là các máy nén kín.

1. Máy nén rôto lăn

1.1. Đặc điểm cấu tạo

Máy nén rôto lăn có xylanh hình trụ, pittông có dạng ống hình trụ nhưng có chiều cao bằng xylanh và có vị trí lệch tâm so với xylanh, được lắp khít trên

trục khuỷu của máy nén, nối liền trực động cơ. Trên thành của xylanh có bố trí các đường hút, đường đẩy và van đẩy, một tấm ngăn có thể chuyển động được và luôn ép sát vào pittông nhờ lò xo, chia không gian giữa xylanh và pittông thành hai khoang riêng biệt.

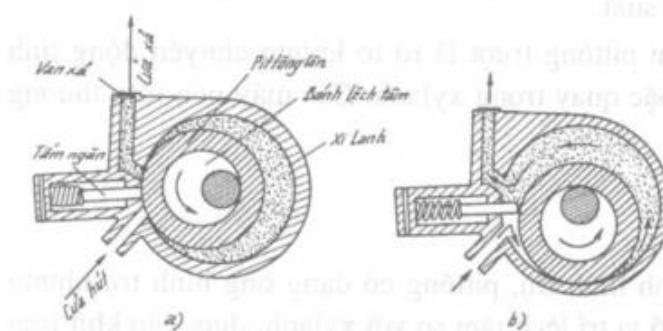
Bôi trơn trong máy nén rôto cũng bằng phương pháp tự nhiên, dầu sẽ di theo các rãnh xoắn nhờ lực ly tâm để bôi trơn pittông, xylanh và các bề mặt tiếp xúc khác.

Động cơ của máy nén rôto cũng chỉ được quay theo một chiều cố định, nếu quay ngược, ngoài vấn đề bôi trơn, máy nén sẽ không thể thực hiện được quá trình hút và nén hơi môi chất.

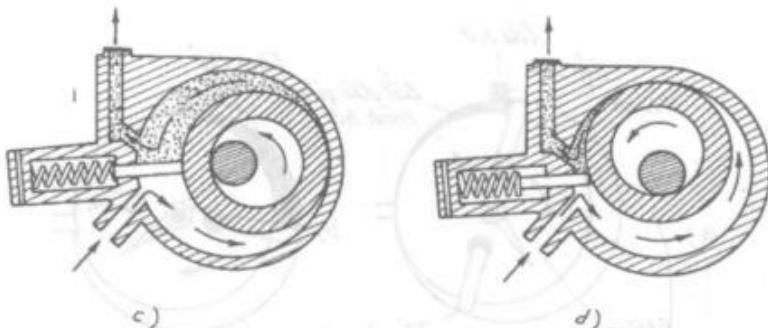
1.2. Nguyên lý làm việc

Khi động cơ quay, trục khuỷu quay kéo rôto chuyển động theo, do bố trí lệch tâm với xylanh và do có tấm ngăn luôn tỳ sát vào pittông mà khi lăn trên thành xylanh, giữa pittông và xylanh luôn tạo ra hai khoảng không gian có thể tích thay đổi tuần hoàn (hình 2.13).

Khi rôto lăn, thể tích khoang phía đường hút lớn dần lên, áp suất trong khoang giảm dần xuống, môi chất sẽ được hút vào bên trong khoang, khi pittông lăn qua đường hút, khoang lúc này có thể tích lớn nhất (đúng bằng thể tích không gian giữa pittông và xylanh) và quá trình hút cũng kết thúc do pittông đã chắn hoàn toàn đường hút. Khi pittông tiếp tục lăn, môi chất chứa trong khoang không quay về đường hút do không lọt được qua khe hở giữa pittông và xylanh. Khi đó, khoang chỉ còn thông với đường đẩy, khi thể tích của khoang nhỏ dần đi, áp suất trong khoang tăng dần lên, khi đạt tới giá trị đủ làm mở van đẩy, van đẩy sẽ mở ra, khi đó máy nén tiếp tục đẩy toàn bộ lượng hơi môi chất trong khoang vào dàn ngưng tụ. Khi thể tích khoang bằng 0 (pittông lăn qua đường đẩy), quá trình đẩy kết thúc, pittông tiếp tục lăn, khoang thông với đường hút có thể tích tăng dần và quá trình hút lại bắt đầu.



- a. Bắt đầu quá trình nén, cửa hút và xả đóng
- b. Tiếp tục quá trình nén, bắt đầu quá trình hút



c. Tiếp tục nén và hút

d. Chuẩn bị kết thúc quá trình đẩy và sắp kết thúc quá trình hút

Hình 2.13. Nguyên lý làm việc của máy nén rôto lăn

1.3. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

1.3.1. Ưu điểm

- Máy nén rôto có ít chi tiết, gọn nhẹ, kích thước nhỏ hơn máy nén pittông cùng công suất.

- Không có van hút, chỉ có van đẩy nên giảm được tổn thất lưu.

1.3.2. Nhược điểm

Công nghệ chế tạo đòi hỏi độ chính xác cao. Sửa chữa khó khăn.

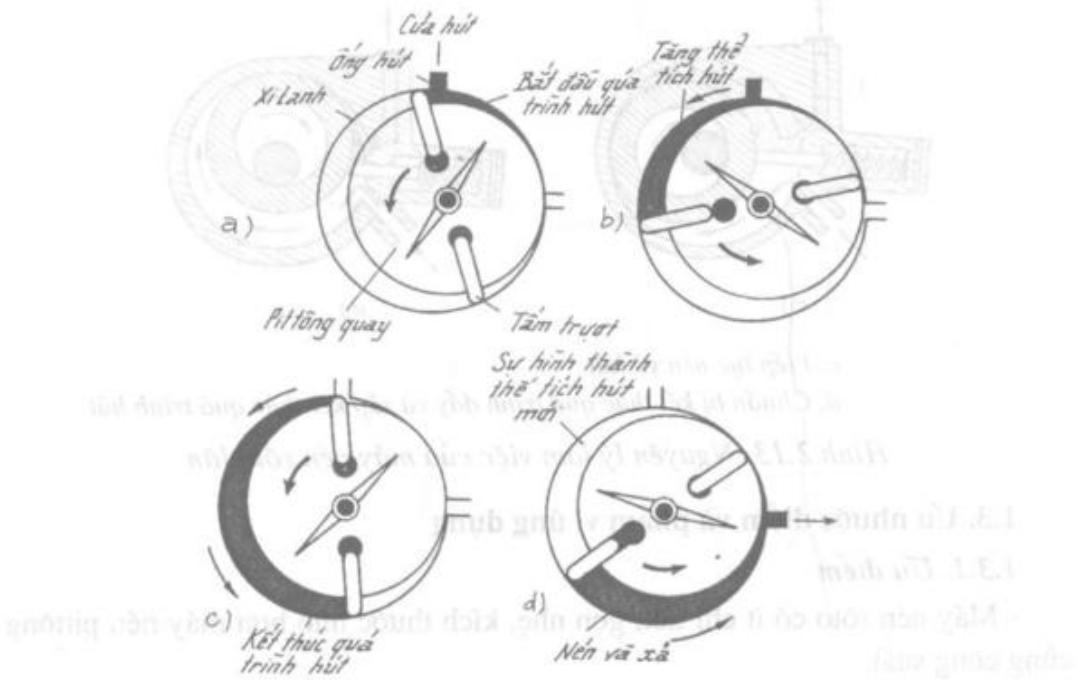
1.4. Một số máy nén thường dùng

Máy nén rôto lăn được sử dụng chủ yếu trong lĩnh vực điều hoà không khí, cũng có khi sử dụng cho tủ lạnh. Hiện nay các máy điều hoà nhiệt độ chủ yếu dùng máy nén rôto của các hãng Mỹ, Nhật chế tạo.

2. Máy nén rôto tâm trượt

2.1. Đặc điểm cấu tạo

Cấu tạo của máy nén rôto tâm trượt cũng gần giống như máy nén rôto lăn. Điểm khác biệt là máy nén không có trực khuỷu tuy xylanh và pittông vẫn bố trí lệch tâm, ngoài ra, các tấm ngăn trong máy nén rôto tâm trượt không nằm trên xylanh mà nằm trên pittông và số lượng có từ hai trở lên.



Hình 2.14. Nguyên lý làm việc của máy nén rôto dạng tẩm trượt

2.2. Nguyên lý làm việc

Khi động cơ quay, pittông quay theo đồng trục, các tẩm ngăn trên pittông sẽ bị văng ra do lực ly tâm và ép sát vào thành xylyanh, chia không gian giữa xylyanh và pittông thành nhiều khoang riêng biệt. Do pittông đặt lệch tâm với xylyanh nên thể tích các khoang này sẽ thay đổi tuần hoàn, khi bắt đầu đi qua đường hút khoang có thể tích nhỏ, còn khi qua khỏi đường hút thể tích của nó đã lớn lên, áp suất giảm xuống và do vậy đã có một lượng môi chất tràn vào khoang, khi pittông tiếp tục quay, thể tích khoang nhỏ dần đi và áp suất tăng dần lên và khi đi qua đường đẩy, áp suất cao sẽ làm van đẩy mở ra và môi chất áp suất cao sẽ đi vào dàn ngưng tụ.

Tương tự như máy nén rôto lăn, nếu động cơ quay ngược máy nén rôto tẩm trượt cũng không thể hút và nén môi chất được.

2.3. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

2.3.1. Ưu điểm

Ngoài các ưu điểm như của máy nén rôto lăn, máy nén rôto tẩm trượt có ưu điểm chính là khả năng tự giảm tải khi khởi động vì khi mới khởi động, tốc độ

động cơ còn thấp, lực ly tâm chưa đủ lớn để ép sát các tấm ngăn vào thành xylanh và như vậy tấm ngăn không đủ kín để ngăn hoàn toàn phia đẩy và phia hút của máy nén, động cơ sẽ khởi động với mức tải rất thấp.

2.3.2. Nhược điểm

Nhược điểm của máy nén rôto tấm trượt cũng tương tự như của máy nén rôto lăn.

2.4. Một số máy nén thường dùng

Máy nén rôto tấm trượt do các hãng Mỹ, Nhật chế tạo được dùng chủ yếu cho lĩnh vực điều hòa không khí, công suất thường lớn hơn loại rôto lăn.

IX. MÁY NÉN TRỤC VÍT

1. Đặc điểm cấu tạo

Máy nén trực vít có hai loại là máy nén hai trục và máy nén một trục.

Cấu tạo của máy nén hai trục cơ bản gồm có hai trục vít ăn khớp và quay ngược chiều nhau. Trục chủ động có 4 răng lồi, trục bị động có 6 răng lõm, truyền động từ bánh chủ động sang bánh bị động không truyền trực tiếp qua hai bánh răng này mà qua các cặp bánh răng nghiêng. Hai bánh răng được đặt khít trong vỏ máy (cũng là xylanh của máy nén), hai bánh răng và vỏ máy không tiếp xúc với nhau. Để làm kín khe hở giữa các bánh răng và vỏ máy người ta dùng dầu bôi trơn, chúng được bơm vào từ các lỗ trên thân máy.

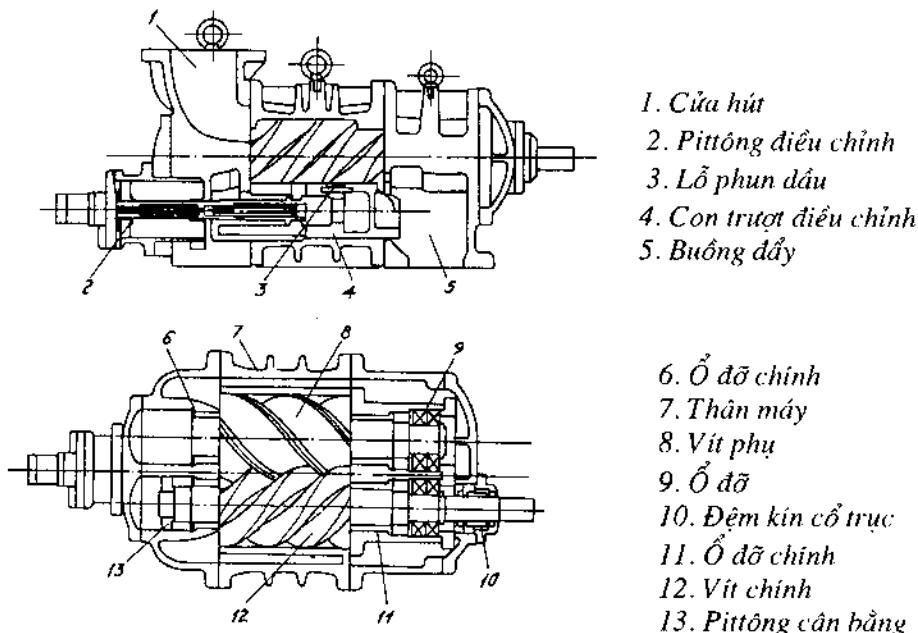
Cấu tạo của máy nén một trục cũng tương tự như máy hai trục nhưng không có bánh răng bị động, thay vào đó là hai bánh răng hình sao đặt đối diện nhau ở hai bên bánh răng chính để chúng luôn quay ngược chiều nhau khi bánh răng chính quay.

2. Nguyên lý làm việc

Nguyên lý làm việc của hai loại máy nén trực vít tương tự nhau, đều dựa trên nguyên tắc giảm dần thể tích của khoang đẩy khi trục vít quay để tăng áp suất của hơi môi chất.

Do máy nén trực vít được làm kín bằng dầu bôi trơn nên luôn phải có hệ thống bơm dầu và tách dầu khỏi hơi cao áp khi máy nén vận hành, áp suất dầu cũng thường lớn hơn áp suất hút từ 1at đến 1,5at. Riêng đối với các máy nén trực vít dùng trong kỹ thuật nén khí người ta không dùng dầu làm kín, và các máy đó còn gọi là máy nén trực vít kiểu khô.

Máy nén trục vít không có các van đẩy, hút, môi chất sẽ đi vào khoảng không giữa các trục vít và vỏ máy ở đầu này và được nén ra ở đầu kia. Để điều chỉnh năng suất lạnh của máy nén người ta có hai phương pháp, hoặc là đóng bớt cửa hút của máy nén hoặc xả vòng hơi môi chất từ phía đẩy về phía hút.



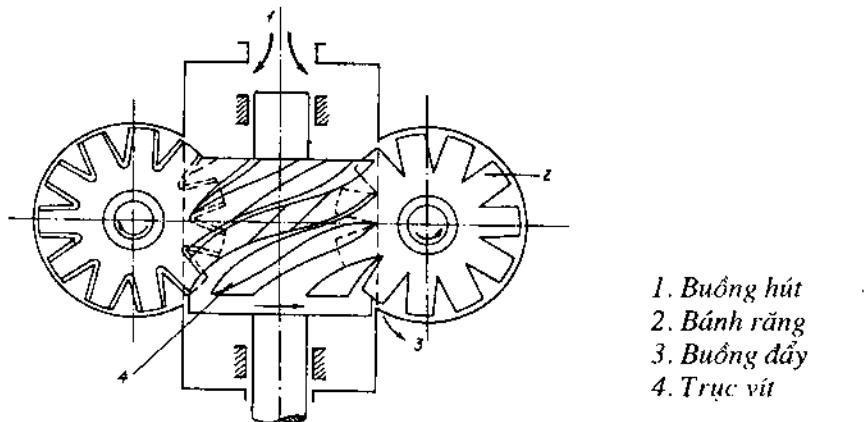
Hình 2.15. Nguyên lý cấu tạo của máy nén trục vít loại hai trục

3. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

3.1. Ưu điểm

So với máy nén pittong, máy nén trục vít có rất nhiều ưu điểm như sau:

- Cấu tạo đơn giản, số lượng các chi tiết chuyển động không nhiều, các chi tiết chuyển động chính như trục vít và vỏ máy (xylanh) không tiếp xúc với nhau nên hầu như không có sự mài mòn, độ tin cậy cao, tuổi thọ cao.
- Máy nén gọn gàng, chắc chắn, khả năng chống va đập cao.
- Chi phí sửa chữa, bảo dưỡng thấp, khoảng thời gian vận hành tăng.
- Máy làm việc ổn định hơn máy nén pittong do chuyển động quay ít gây rung động hơn chuyển động qua lại của pittong. Dầu bôi trơn còn có thêm tác dụng chống ôn khi máy vận hành.
- Năng suất lạnh có thể điều chỉnh vô cấp trong khoảng từ 10% đến 100% nhờ con trượt rất đơn giản.



Hình 2.16. Nguyên lý cấu tạo của máy nén trực vít loại một trục

- Nhiệt độ cuối tâm nén thấp do môi chất thải nhiệt liên tục cho dầu bôi trơn ngập trong khoang nén.

- Tỷ số nén cao, $\Pi = p_k/p_0$ có thể tới 20, hiệu áp suất $p_k - p_0$ có thể đạt tới 20at ở bất kỳ tỷ số nén nào, hoàn toàn có thể thay thế cho máy nén pittông hai cấp để làm việc ở chế độ nhiệt độ thấp.

- Không có tổn thất tiết lưu do không có van đẩy và van hút.
- Khi hút phải lỏng không bị ảnh hưởng gì.
- Cho phép chế tạo máy nén có công suất lớn

3.2. Nhược điểm

Công nghệ chế tạo phức tạp, giá thành cao, hệ thống cần có thêm bộ bơm dầu, phun dầu, làm mát dầu kèm theo:

X. MÁY NÉN XOẮN ỐC

1. Đặc điểm cấu tạo

Máy nén xoắn ốc cũng thuộc dạng máy nén kiểu rôto, về cấu tạo máy nén xoắn ốc khác với máy nén rôto ở chỗ xy lanh và pittông của máy nén xoắn ốc đều có dạng băng xoắn ốc lồng vào nhau và nằm phía trên động cơ. Đường đẩy nằm ở tâm của vòng xoắn ốc tĩnh phía trên, vòng xoắn ốc động nằm phía dưới.

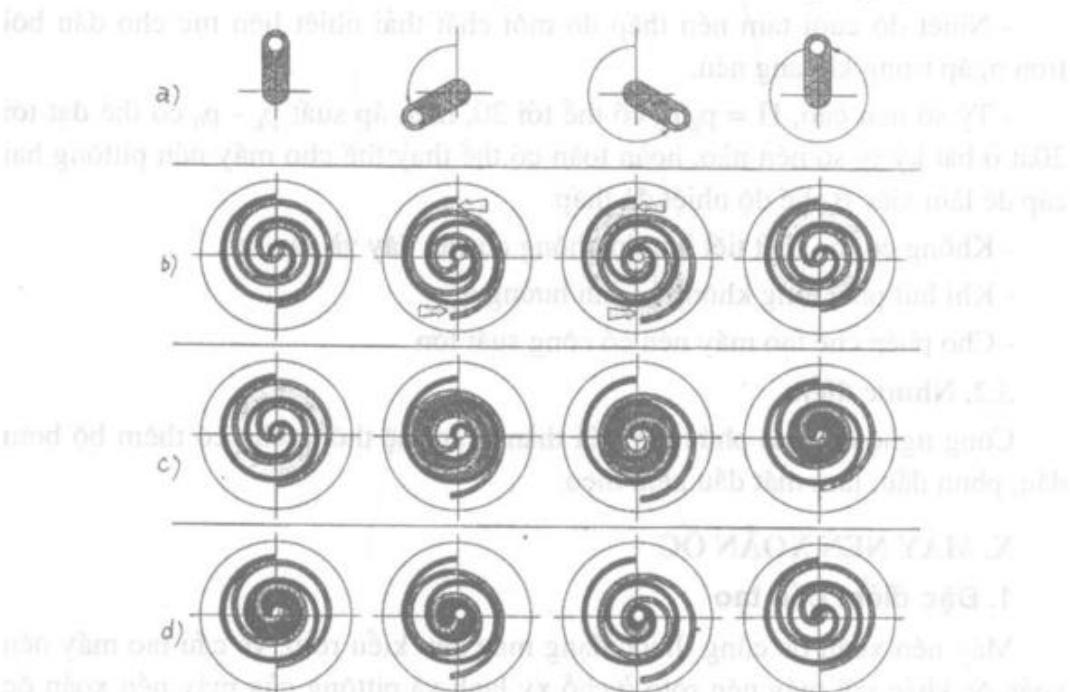
Vỏ blôc được chia làm hai khoang tách biệt nhau, khoang đẩy nằm phía trên đỉnh, khoang hút nằm phía dưới, trong khoang hút có chứa hai vòng xoắn ốc, động cơ điện và dầu bôi trơn.

Máy nén cũng chỉ có van đẩy, đường hút thông trực tiếp với khoang hút.

2. Nguyên lý làm việc

Khi động cơ quay, trục khuỷu truyền động cho băng xoắn động, băng xoắn động không quay theo trục khuỷu mà chỉ bị trục khuỷu tác động làm cho nó chuyển động hình tròn theo không gian giới hạn bởi các thành băng xoắn tĩnh, hình dạng các băng xoắn được chế tạo khớp nhau để khi tiếp xúc với nhau có thể tạo thành các khoang có thể tích giảm dần khi động cơ quay.

Quá trình nén hơi môi chất được thực hiện như sau: Ban đầu khi các khoang thông với bên ngoài, môi chất lạnh xung quanh sẽ điền đầy các khoang đó, đến thời điểm khi băng xoắn động tiếp xúc với đầu băng xoắn tĩnh thì các khoang sẽ bị cô lập, động cơ tiếp tục quay làm các điểm tiếp xúc cũng di dời vào tâm và do vậy thể tích cũng giảm dần đi áp suất tăng dần lên. Khi áp suất đủ lớn, van đẩy mở ra cho môi chất áp suất cao đi vào dàn ngưng tụ.



- Máy nén xoắn ốc có 2 vòng xoắn. Vòng xoắn trên (xilanh) đứng im, vòng xoắn dưới quay.
- Quá trình hút - khí vòng xoắn dưới quay được 1 vòng 360° , hai túi hơi được hình thành và khép kín.
- Quá trình nén: hai túi hơi khép nhở dần thực hiện quá trình nén.
- Quá trình đẩy: hai túi hơi khép nhở hơn và thực hiện quá trình đẩy.

Hình 2.17. Nguyên lý làm việc của máy nén xoắn ốc

Bôi trơn cho máy nén xoắn ốc cũng được thực hiện bằng phương pháp bôi trơn tự nhiên nhờ lực lì tâm theo các rãnh xoắn trong trục máy nén.

Máy nén xoắn ốc cũng không thể thực hiện quá trình hút nén khi động cơ quay ngược chiều.

3. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

3.1. Ưu điểm

- Máy nén xoắn ốc có ít chi tiết, hệ số cấp λ cao.
- Máy làm việc êm và có tuổi thọ tương đối lớn.
- Động cơ được làm mát bằng hơi hút nên tăng độ bền.

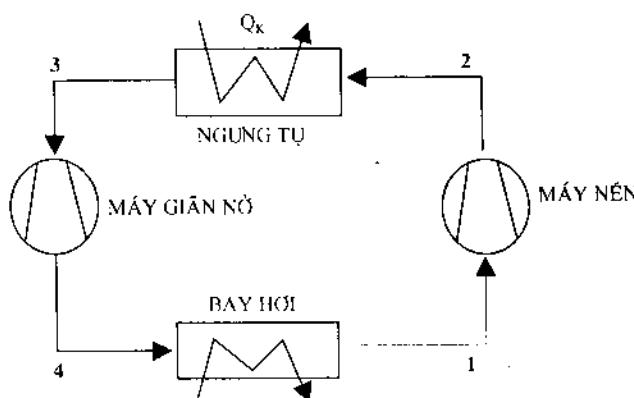
3.2. Nhược điểm

- Sửa chữa khó khăn, hiện không có nhiều phụ tùng thay thế, khi có sự cố trong blôc thường phải thay mới toàn bộ blôc.
- Công suất nhỏ, công suất mỗi blôc không quá 10kW.

XI. CHU TRÌNH MÁY LẠNH NÉN HƠI MỘT CẤP

1. Chu trình Carnot ngược

Chu trình Carnot là chu trình gồm hai quá trình đoạn nhiệt và hai quá trình đẳng nhiệt xen kẽ nhau, về mặt thiết bị nó phức tạp hơn do có thiết bị giãn nở nhưng nó là chu trình có hệ số lạnh cực đại nên được coi là chu trình lý tưởng và hệ số lạnh của chu trình Carnot được dùng để so sánh độ hoàn thiện của các chu trình khác.



Hình 2.18. Sơ đồ thiết bị của chu trình Carnot ngược chiều

1.1. Sơ đồ thiết bị

Chu trình gồm có 4 thiết bị chính là:

- Máy nén lạnh. Thiết bị ngưng tụ.
- Thiết bị giãn nở. Thiết bị bay hơi

1.2. Nguyên lý làm việc

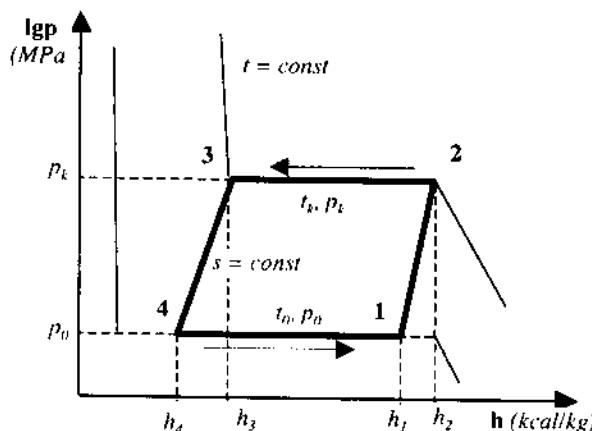
Quá trình 1-2 là quá trình nén đoạn nhiệt hơi hút với $s_1 = s_2$, để điểm 2 nằm đúng trên đường hơi bão hòa khô thì điểm 1 phải nằm trong vùng hơi ẩm.

Quá trình 2-3 là quá trình ngưng tụ đẳng nhiệt $T_2 = T_3$ và đẳng áp $p_3 = p_k$. Điểm 3 nằm trên đường bão hòa lỏng.

Quá trình 3-4 là quá trình giãn nở đoạn nhiệt có sinh công với $s_3 = s_4$.

Quá trình 4-1 là quá trình bay hơi đẳng nhiệt $T_4 = T_1$ và đẳng áp $p_4 = p_1 = p_0$. Điểm 1 nằm trong vùng hơi ẩm.

1.3. Đồ thị $lgp - h$



Hình 2.19. Chu trình Carnot ngược chiều

Chu trình Carnot ngược chiều nằm hoàn toàn trong vùng hơi ẩm. Qua tính toán người ta đã xác định được hệ số lạnh của chu trình Carnot theo công thức:

$$\epsilon_C = \frac{T_0}{T_k - T_0}$$

Hệ số lạnh của chu trình Carnot chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ bay hơi và nhiệt độ ngưng tụ mà không phụ thuộc vào tính chất của môi chất lạnh.

Để xét độ hoàn thiện của chu trình khác có hệ số lạnh là $\epsilon \neq \epsilon_C$, người ta sử dụng hệ số ϵ gọi là hiệu suất exergy của chu trình

$$\gamma = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_c} = \frac{T_k - T_0}{T_0}$$

Do Carnot là chu trình hoàn thiện nhất, có hệ số ε_c lớn nhất nên γ luôn nhỏ hơn 1, hiệu suất γ của chu trình nào càng gần 1 chu trình đó càng hoàn thiện,

1.4. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

1.4.1. Ưu điểm

- Công nén nhỏ do nhiệt độ cuối tầm nén thấp.
- Quá trình dẫn nở trong máy dẫn nở sinh công hữu ích.
- Hệ số lạnh lớn nhất ở cùng điều kiện làm việc.

1.4.2. Nhược điểm

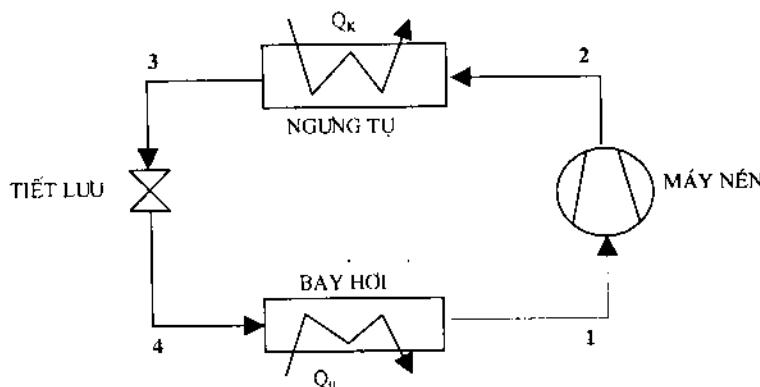
Phải điều chỉnh trạng thái 1 để cuối quá trình nén điểu 2 có trạng thái nằm đúng trên đường bão hòa khô, điều này không thể thực hiện được trong thực tế, ngoài ra, hơi và lỏng phân bố trong máy nén không đều nên khi vận hành ở hành trình ẩm (điều hơi hút vào máy nén nằm trong vùng hơi ẩm) rất dễ hút lỏng vào trong máy nén, gây hiện tượng va đập thuỷ lực.

Máy dẫn nở công kềnh, tăng chi phí ban đầu trong khi công thu được không đáng kể.

1.4.3. Phạm vi ứng dụng

Chu trình Carnot chỉ được dùng trong tính toán lý thuyết, không được sử dụng trong thực tế.

2. Chu trình khô



Hình 2.20. Sơ đồ thiết bị của chu trình khô

2.1. Sơ đồ thiết bị

Các thiết bị chính trong chu trình khô gồm có máy nén, thiết bị ngưng tụ, thiết bị tiết lưu và thiết bị bay hơi (hình 2.20).

2.2. Nguyên lý làm việc

Chu trình khô là chu trình có hơi hút về máy nén là hơi bão hòa khô.

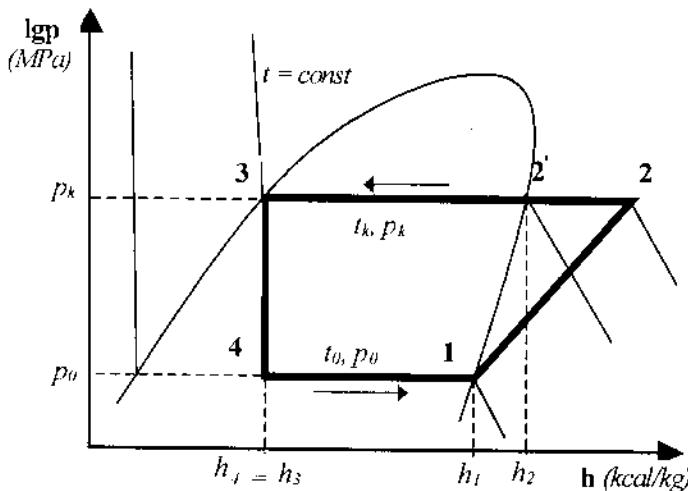
Quá trình 1-2 là quá trình nén đoạn nhiệt hơi hút với $s_1 = s_2$, từ áp suất bay hơi và nhiệt độ bay hơi lên áp suất ngưng tụ và nhiệt độ $t_2 > t_k$, quá trình này diễn ra trong vùng hơi quá nhiệt.

Quá trình 2-3 là quá trình làm mát $T_2 \rightarrow T_2'$ và ngưng tụ đẳng nhiệt $T_2' = T_3$ và đẳng áp $p_2 = p_3 = p_k$. Điểm 3 nằm trên đường bão hòa lỏng.

Quá trình 3-4 là quá trình tiết lưu đẳng entanpi từ áp suất và nhiệt độ ngưng tụ xuống áp suất và nhiệt độ bay hơi với $h_3 = h_4$.

Quá trình 4-1 là quá trình bay hơi đẳng nhiệt $T_4 = T_1$ và đẳng áp $p_4 = p_1 = p_0$ thu nhiệt của môi trường cần làm lạnh. Kết thúc quá trình bay hơi là điểm 1 nằm trong vùng hơi bão hòa khô.

2.3. Đồ thị $\lg p - h$



Hình 2.21. Chu trình khô

Năng suất lạnh riêng khối lượng:

$$q_0 = h_1 - h_4; \quad \text{kcal/kg} \quad (2.2)$$

Năng suất nhiệt thải ra ở dàn ngưng tụ:

$$q_k = h_2 - h_3; \quad \text{kcal/kg} \quad (2.3)$$

Công nén riêng:

$$l = h_2 - h_1; \quad \text{kcal/kg} \quad (2.4)$$

Hệ số lạnh của chu trình:

$$\varepsilon = \frac{q_1}{l} \quad (2.5)$$

Tỷ số nén:

$$\Pi = \frac{q_0}{l} \quad (2.6)$$

Độ hoàn thiện của chu trình (hiệu suất exergy):

$$\nu = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_c} = \varepsilon \frac{T_k - T_0}{T_0} \quad (2.7)$$

2.4. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

2.4.1. *Ưu điểm*

- Chu trình khô thực hiện được trong thực tế, vận hành hệ thống ở chu trình khô sẽ giảm được hiện tượng hút ẩm về máy nén gây va đập thuỷ lực.
- Van tiết lưu thay thế cho máy giãn nở sẽ làm cho hệ thống đơn giản và gọn nhẹ, chi phí đầu tư cũng thấp hơn.
- Nhiệt độ cuối tâm nén thấp.

2.4.2. *Nhược điểm*

- Vẫn còn khả năng máy làm việc ở hành trình ẩm.
- Hệ số lạnh của chu trình thấp.

2.4.3. *Phạm vi ứng dụng*

- Chu trình khô chủ yếu được dùng cho amôniắc do nhiệt độ cuối tâm nén của amôniắc rất cao, cần phải cho máy nén hút hơi bão hòa.

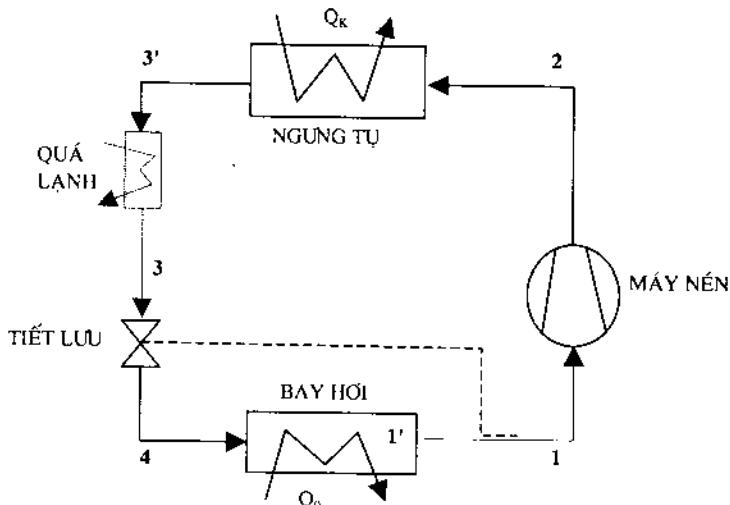
3. Chu trình quá lạnh, quá nhiệt

3.1. Sơ đồ thiết bị

Các thiết bị chính trong chu trình quá lạnh quá nhiệt gồm có máy nén, thiết bị ngưng tụ, thiết bị tiết lưu và thiết bị bay hơi (hình 2.22).

Trong hệ thống còn có thêm thiết bị quá lạnh lỏng môi chất sau khi ra khỏi thiết bị ngưng tụ.

Van tiết lưu nhiệt trong chu trình có thể điều chỉnh độ quá nhiệt của hơi hút về máy nén.



Hình 2.22. Sơ đồ thiết bị của chu trình quá lạnh quá nhiệt

3.2. Nguyên lý làm việc

Chu trình quá lạnh quá nhiệt là chu trình có nhiệt độ lỏng vào van tiết lưu nhỏ hơn nhiệt độ ngưng tụ và nhiệt độ hơi hút về máy nén lớn hơn nhiệt độ bay hơi.

3.2.1. Các nguyên nhân gây ra hiện tượng quá lạnh có thể do

- Bố trí thêm thiết bị quá lạnh lỏng sau thiết bị ngưng tụ.
- Môi chất lạnh lỏng được quá lạnh ngay trong thiết bị ngưng tụ đối với thiết bị ngưng tụ kiểu ngược dòng (chất làm mát vào có nhiệt độ thấp trao đổi nhiệt với môi chất lạnh lỏng đã ngưng tụ ra).
- Do môi chất trên đường ống từ thiết bị ngưng tụ đến van tiết lưu toả nhiệt ra môi trường.

3.2.2. Các nguyên nhân gây quá nhiệt môi chất là

- Có sử dụng van tiết lưu để điều chỉnh độ quá nhiệt của hơi hút.
- Do tải nhiệt trong thiết bị bay hơi tăng cao hoặc lỏng cấp cho thiết bị bay hơi không đủ.
 - Do môi chất lạnh trên đường ống từ thiết bị bay hơi về máy nén hấp thụ nhiệt từ môi trường.
 - Quá trình 1-2 là quá trình nén đoạn nhiệt hơi hút với $s_1 = s_2$, từ áp suất bay hơi và nhiệt độ bay hơi lên áp suất ngưng tụ và nhiệt độ $t_2 > t_k$, quá trình này diễn ra trong vùng hơi quá nhiệt.

- Quá trình 2-3' là quá trình làm mát, ngưng tụ đẳng nhiệt và đẳng áp $p_2 = p_{3'} = p_k$. Điểm 3' nằm trên đường bão hòa lỏng.

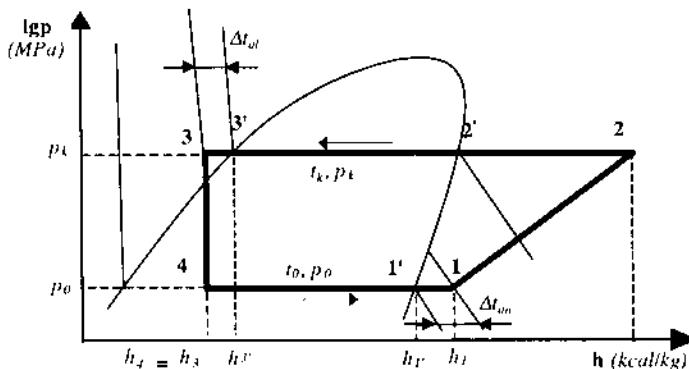
- Quá trình 3'-3 là quá trình quá lạnh lỏng đẳng áp trong thiết bị quá lạnh lỏng.

- Quá trình 3-4 là quá trình tiết lưu đẳng entapi từ áp suất và nhiệt độ ngưng tụ xuống áp suất và nhiệt độ bay hơi với $h_3 = h_4$.

- Quá trình 4-1' là quá trình bay hơi đẳng nhiệt $T_4 = T_{1'}$ và đẳng áp $p_4 = p_{1'} = p_0$ thu nhiệt của môi trường cân làm lạnh. Kết thúc quá trình bay hơi là điểm 1' nằm trong vùng hơi bão hòa khô.

- Quá trình 1'-1 là quá trình quá nhiệt và đẳng áp $p_{1'} = p_1 = p_0$ làm tăng nhiệt độ của môi chất lạnh. Kết thúc quá trình ở điểm 1 là trạng thái môi chất lạnh đi vào máy nén.

3.3. Đồ thị $lgp - h$



Hình 2.23. Chu trình Carnot ngược chiều

Năng suất lạnh riêng khối lượng:

$$q_0 = h_{1'} - h_4; \quad \text{kcal/kg}$$

Năng suất nhiệt thải ra ở dàn ngưng tụ:

$$q_k = h_2 - h_{3'}; \quad \text{kcal/kg}$$

Công nén riêng:

$$l = h_2 - h_{1'}; \quad \text{kcal/kg}$$

Độ quá lạnh lỏng

$$\Delta t_{ql} = t_{3'} - t_3 = t_k - t_3$$

Độ quá lạnh của hơi môi chất

$$\Delta t_{qn} = t_1 - t_{1'} = t_1 - t_0$$

3.4. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

3.4.1. Ưu điểm

- Năng suất lạnh tăng lên một lượng $\Delta q_0 = h_3 - h_4$.

- Nếu nhiệt độ buồng lạnh cao hơn t_1 thì lượng nhiệt $\Delta q_0 = h_1 - h_1$ là lượng nhiệt có ích, làm tăng năng suất lạnh.

3.4.2. Nhược điểm

Công nén tăng hơn so với chu trình khô. Nhiệt độ cuối tâm nén cao hơn.

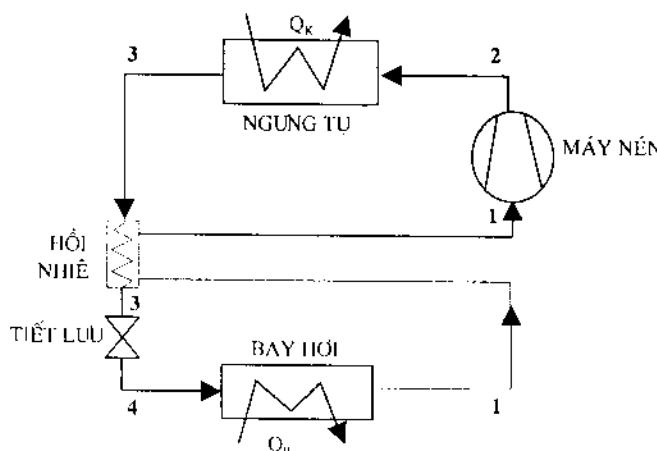
3.4.3. Phạm vi ứng dụng

Chu trình này rất hay gặp trong thực tế, thứ nhất là do nó an toàn và thứ hai là khi vận hành chu trình khô, vì các tổn thất trên đường ống mà chu trình khô sẽ bị lệch sang chu trình quá lạnh quá nhiệt.

4. Chu trình hồi nhiệt

4.1. Sơ đồ thiết bị

Các thiết bị chính trong chu trình quá lạnh quá nhiệt gồm có máy nén, thiết bị ngưng tụ, thiết bị tiết lưu và thiết bị bay hơi (hình 2.25).



Hình 2.24. Sơ đồ thiết bị chu trình hồi nhiệt

Trong hệ thống có thiết bị trao đổi nhiệt giữa hơi môi chất lạnh khi ra khỏi thiết bị bay hơi và lỏng môi chất sau khi ra khỏi thiết bị ngưng tụ.

4.2. Nguyên lý làm việc

Chu trình hồi nhiệt là chu trình có trao đổi nhiệt giữa hơi môi chất lạnh khi ra khỏi thiết bị bay hơi và lỏng môi chất sau khi ra khỏi thiết bị ngưng tụ, lượng nhiệt của lỏng thải ra đúng bằng lượng nhiệt mà hơi môi chất lạnh nhận được.

Quá trình 1-2 là quá trình nén đoạn nhiệt hơi hút với $s_1 = s_2$, từ áp suất bay hơi và nhiệt độ bay hơi lên áp suất ngưng tụ và nhiệt độ $t_2 > t_k$, quá trình này diễn ra trong vùng hơi quá nhiệt.

Quá trình 2-3' là quá trình làm mát, ngưng tụ đẳng nhiệt và đẳng áp $p_2 = p_{3'} = p_k$. Điểm 3' nằm trên đường bão hòa lỏng.

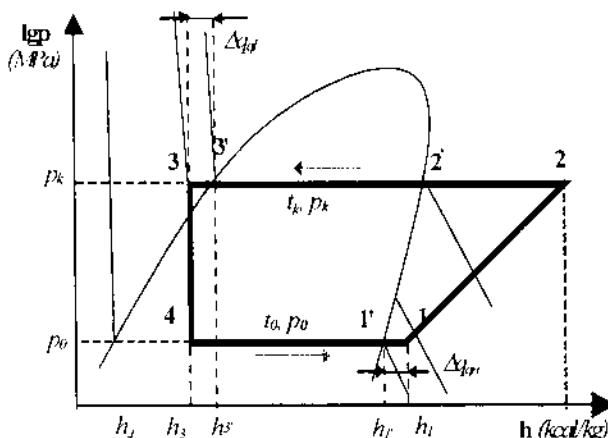
Quá trình 3'-3 là quá trình quá lạnh lỏng đẳng áp trong thiết bị hồi nhiệt.

Quá trình 3-4 là quá trình tiết lưu đẳng entapi từ áp suất và nhiệt độ ngưng tụ xuống áp suất và nhiệt độ bay hơi với $h_3 = h_4$.

Quá trình 4-1' là quá trình bay hơi đẳng nhiệt $T_4 = T_{1'}$ và đẳng áp $p_4 = p_{1'} = p_0$ thu nhiệt của môi trường cần làm lạnh. Kết thúc quá trình bay hơi là điểm 1' nằm trong vùng hơi bão hòa khô.

Quá trình 1'-1 là quá trình quá nhiệt hơi môi chất lạnh trong thiết bị hồi nhiệt làm tăng nhiệt độ của môi chất lạnh. Kết thúc quá trình ở điểm 1 là trạng thái môi chất lạnh đi vào máy nén.

4.3. Đồ thị $\lg p - h$



Hình 2.25. Chu trình hồi nhiệt

Năng suất lạnh riêng khối lượng:

$$q_0 = h_{1'} - h_4; \quad \text{kcal/kg}$$

Năng suất nhiệt thải ra ở dàn ngưng tụ:

$$q_k = h_2 - h_{3'}; \quad \text{kcal/kg}$$

Công nén riêng:

$$l = h_2 - h_1; \quad \text{kcal/kg}$$

Độ quá lạnh lỏng

$$\Delta t_{ql} = t_3 - t_3 = t_k - t_3;$$

Độ quá lạnh của hơi môi chất

$$\Delta t_{qn} = t_1 - t_1 = t_1 - t_0;$$

Nhiệt lượng do lỏng môi chất thải ra ở thiết bị hối nhiệt

$$\Delta q_{ql} = h_3 - h_3 = \Delta q_{qn} \text{ kcal/kg}$$

Nhiệt lượng do hơi môi chất nhận được ở thiết bị hối nhiệt

$$\Delta q_{qn} = h_1 - h_1 = \Delta q_{ql} \text{ kcal/kg}$$

4.4. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

4.4.1. Ưu điểm

- Chu trình vận hành an toàn.
- Hệ số lạnh lớn hơn chu trình khô và chu trình quá lạnh quá nhiệt khi môi chất lạnh là các Frêôn.

4.4.2. Nhược điểm

Cần có thiết bị hối nhiệt trong hệ thống.

4.4.3. Phạm vi ứng dụng

Chu trình này chỉ sử dụng cho môi chất là các Frêôn, không dùng cho amôniắc do hệ số lạnh bị kém đi.

XII. CHU TRÌNH MÁY LẠNH NÉN HƠI HAI CẤP

Để đảm bảo cho hệ thống lạnh làm việc an toàn, hiệu quả với độ tin cậy và tuổi thọ cao, chi phí vận hành thấp người vận hành hệ thống phải đảm bảo các thông số làm việc của hệ thống nằm trong khoảng giới hạn cho phép.

Trong thực tế, giá trị các thông số làm việc của hệ thống lạnh phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó quan trọng nhất là chế độ nhiệt độ bay hơi yêu cầu và điều kiện làm mát thiết bị ngưng tụ.

Do chế độ nhiệt độ bay hơi và điều kiện làm mát liên quan tới áp suất hút và đẩy của máy nén nên người ta căn cứ theo tỷ số áp suất hút và đẩy để quyết định việc lựa chọn máy nén cho hệ thống. Với các chế độ làm việc có Π_{max} trên 12 đối với các Frêôn và Π_{max} trên 9 đối với các amôniắc nên dùng các máy nén hai hoặc nhiều cấp.

Máy lạnh 1 cấp đơn giản, ít thiết bị, sử dụng và vận hành dễ dàng, giá thành rẻ, vốn đầu tư ban đầu thấp nhưng không kinh tế khi vận hành ở các chế độ nhiệt độ thấp, thậm chí không vận hành được.

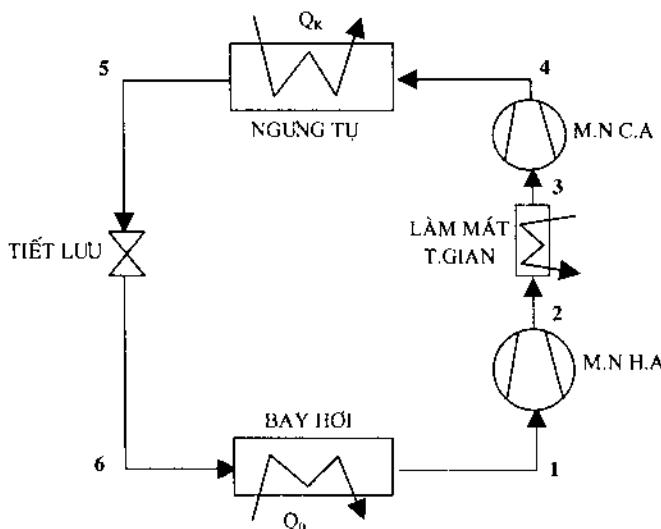
Máy lạnh 2 cấp ngược lại, có thể vận hành được ở những chế độ mà máy 1 cấp không thể vận hành được hoặc vận hành với hiệu suất thấp.

Việc lựa chọn máy 1 cấp hay 2 cấp là một bài toán tối ưu về kinh tế, không có lời giải chung cho mọi trường hợp, để có được quyết định đúng cần phải xem xét cân đối tất cả những ưu nhược điểm khi ứng dụng trong từng trường hợp cụ thể.

1. Chu trình máy lạnh 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn có 1 tiết lưu

1.1. Sơ đồ thiết bị

Các thiết bị chính trong chu trình 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn có 1 tiết lưu gồm có máy nén áp thấp, máy nén áp cao, thiết bị ngưng tụ, thiết bị tiết lưu, thiết bị bay hơi và bình làm mát trung gian (hình 2.27).



Hình 2.26. Sơ đồ thiết bị chu trình 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn có 1 tiết lưu

1.2. Nguyên lý làm việc

Chu trình 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn có 1 tiết lưu là chu trình có sự làm mát hơi môi chất lạnh khi ra khỏi máy nén áp thấp nhưng nhiệt độ làm mát chưa đạt đến nhiệt độ bão hòa khô (chỉ đạt tới nhiệt độ ngưng tụ t_k).

Quá trình 1-2 là quá trình nén đoạn nhiệt hơi hút từ áp suất bay hơi và nhiệt độ bay hơi lên áp suất trung gian p_{tg} và nhiệt độ $t_2 > t_k$, được thực hiện trong máy nén hạ áp (M.N H.A).

Áp suất trung gian p_{tg} được xác định theo công thức

$$p_{tg} = \sqrt{p_0 \cdot p_k}$$

Quá trình 2-3 là quá trình làm mát đẳng áp được thực hiện trong bình làm mát trung gian với $p_2 = p_3 = p_{tg}$. Điểm 3 nằm trên đường t_k .

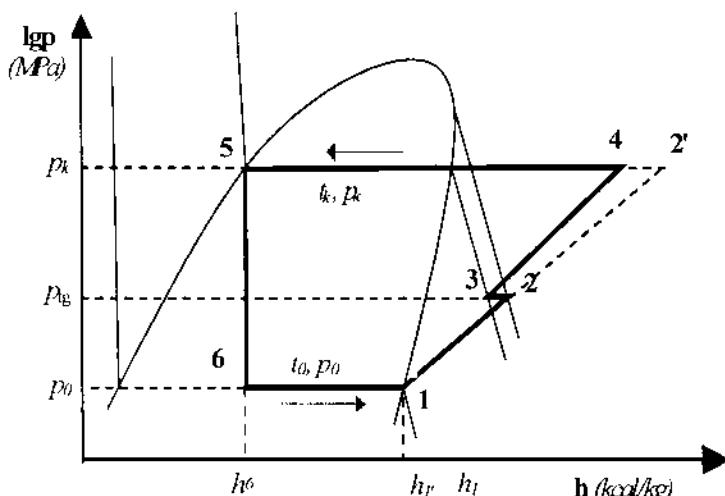
Quá trình 3-4 là quá trình nén đoạn nhiệt hơi hút từ áp suất trung gian p_{tg} và nhiệt độ ngưng tụ t_k lên áp suất ngưng tụ p_k và nhiệt độ $t_4 > t_k$, được thực hiện trong máy nén cao áp (M.N.C.A).

Quá trình 4-5 là quá trình làm mát, ngưng tụ đẳng nhiệt và đẳng áp $p_4 = p_5 = p_k$ được thực hiện trong thiết bị ngưng tụ. Điểm 5 nằm trên đường bão hòa lỏng.

Quá trình 5-6 là quá trình tiết lưu đẳng entanpi từ áp suất và nhiệt độ ngưng tụ xuống áp suất và nhiệt độ bay hơi với $h_5 = h_6$.

Quá trình 6-1 là quá trình bay hơi đẳng nhiệt $T_6 = T_1$ và đẳng áp $p_6 = p_1 = p_0$ thu nhiệt của môi trường cần làm lạnh. Kết thúc quá trình bay hơi là điểm 1 nằm trong vùng hơi bão hòa khô.

1.3. Đồ thị $\lg p - h$



Hình 2.27. Chu trình 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn, 1 tiết lưu

Năng suất lạnh riêng khối lượng:

$$q_0 = h_1 - h_6, \text{ kcal/kg}$$

Năng suất nhiệt thải ra ở dàn ngưng tụ:

$$q_k = h_4 - h_5, \text{ kcal/kg}$$

Công nén riêng:

$$l = (h_2 - h_1) + (h_4 - h_3); \text{ kcal/kg}$$

1.4. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

1.4.1. Ưu điểm

- Nhiệt độ cuối tầm nén thấp ($t_4 << t_2$), máy vận hành tin cậy hơn.
- Công nén giảm do được làm mát trung gian.

1.4.2. Nhược điểm

Chu trình vận hành phức tạp hơn, vốn đầu tư ban đầu lớn hơn.

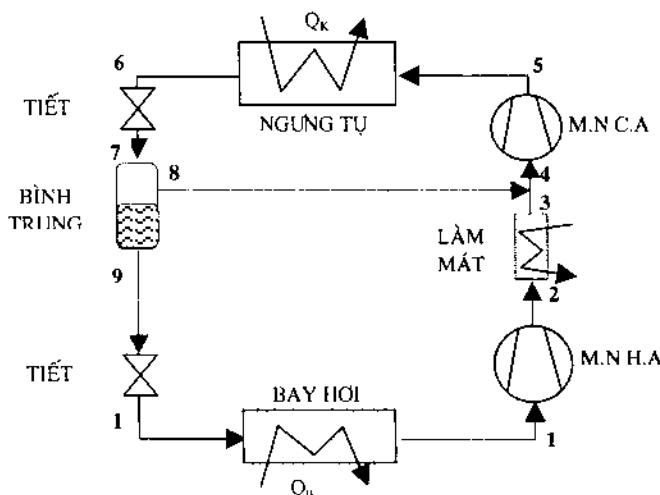
1.4.3. Phạm vi ứng dụng

Chu trình này chủ yếu sử dụng cho môi chất là các Frêon khi nhiệt độ bay hơi yêu cầu thấp.

2. Chu trình máy lạnh 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn có 2 tiết lưu

2.1. Sơ đồ thiết bị

Các thiết bị chính trong chu trình 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn có 2 tiết lưu gồm có máy nén áp thấp, máy nén áp cao, thiết bị ngưng tụ, 2 thiết bị tiết lưu, thiết bị bay hơi, bình làm mát trung gian, bình trung gian và đường ống nối phần hơi của bình trung gian với ống hút của máy nén cao áp (hình 2.29).



Hình 2.28. Sơ đồ thiết bị chu trình 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn có 2 tiết lưu

2.2. Nguyên lý làm việc

Chu trình 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn có 2 tiết lưu là chu trình có hơi môi chất hút về máy nén cao áp là sự hoà trộn giữa hơi môi chất sinh ra trong bình trung gian và hơi môi chất lạnh khi ra khỏi máy nén áp thấp đã được làm mát ở bình làm mát trung gian.

Trạng thái môi chất trong bình trung gian là do tiết lưu lỏng môi chất ở áp suất ngưng tụ xuống áp suất trung gian bằng van tiết lưu 1. Nhiệt độ của hơi môi chất sau hoà trộn nhỏ hơn nhiệt độ ngưng tụ t_k .

Quá trình 1-2 là quá trình nén đoạn nhiệt hơi hút từ áp suất bay hơi và nhiệt độ bay hơi lên áp suất trung gian p_{tg} và nhiệt độ $t_2 > t_k$, được thực hiện trong máy nén hạ áp (M.N H.A).

Áp suất trung gian p_{tg} được xác định theo công thức

$$p_{tg} = \sqrt{p_0 \cdot p_k}$$

Quá trình 2-3 là quá trình làm mát đẳng áp được thực hiện trong bình làm mát trung gian với $p_2 = p_3 = p_{tg}$. Điểm 3 nằm trên đường t_k .

Quá trình 3-4 là quá trình hoà trộn giữa hơi môi chất ra khỏi bình làm mát trung gian và hơi từ bình trung gian (trạng thái 8) tới.

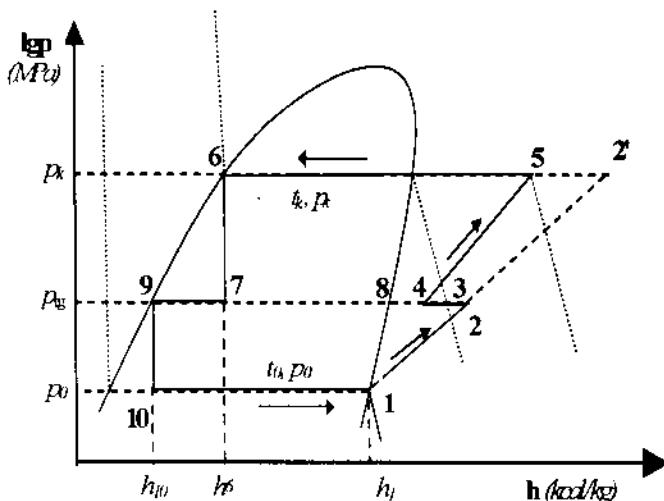
Quá trình 4-5 là quá trình nén đoạn nhiệt hơi hút từ áp suất trung gian p_{tg} và nhiệt độ ngưng tụ t_k lên áp suất ngưng tụ p_k và nhiệt độ $t_5 > t_k$, được thực hiện trong máy nén cao áp (M.N C.A).

Quá trình 5-6 là quá trình làm mát, ngưng tụ đẳng nhiệt và đẳng áp $p_5 = p_6 = p_k$ được thực hiện trong thiết bị ngưng tụ. Điểm 6 nằm trên đường bão hoà lỏng.

Quá trình 6-7 là quá trình tiết lưu đẳng entanpi từ áp suất và nhiệt độ ngưng tụ xuống áp suất trung gian p_{tg} , thành phần hơi có trạng thái 8 đi về máy nén cao áp, thành phần lỏng có trạng thái 9 đi về van tiết lưu 2.

Quá trình 9-10 là quá trình tiết lưu đẳng entanpi từ áp suất trung gian p_{tg} xuống áp suất p_0 và đưa vào bình bay hơi.

Quá trình 10-1 là quá trình bay hơi đẳng nhiệt $T_{10} = T_1$ và đẳng áp $p_{10} = p_1 = p_0$ thu nhiệt của môi trường cân làm lạnh. Kết thúc quá trình bay hơi là điểm 1 nằm trong vùng hơi bão hoà khô



Hình 2.29. Chu trình 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn, 2 tiết lưu

2.3. Đồ thị lgp - h

Năng suất lạnh riêng khối lượng:

$$q_0 = h_1 - h_{10} \text{ kcal/kg}$$

Năng suất nhiệt thải ra ở dàn ngưng tụ:

$$q_k = h_5 - h_4 \text{ kcal/kg}$$

Công nén riêng:

$$1 = (h_2 - h_1) + (h_5 - h_4); \text{ kcal/kg}$$

2.4. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

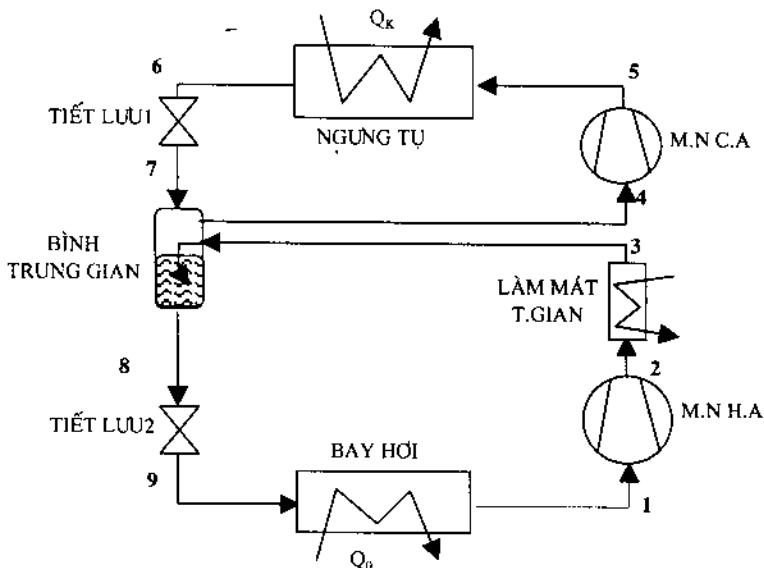
So với chu trình một tiết lưu, chu trình này có năng suất lạnh riêng lớn hơn ($h_6 - h_{10}$). Công nén thấp hơn.

Chu trình này được sử dụng cho môi chất có nhiệt độ cuối tâm nén cao như amôniắc.

3. Chu trình máy lạnh 2 cấp làm mát trung gian hoàn toàn có 2 tiết lưu

3.1. Sơ đồ thiết bị

Các thiết bị chính trong chu trình 2 cấp làm mát trung gian hoàn toàn có 2 tiết lưu gồm có: Máy nén áp thấp, máy nén áp cao, thiết bị ngưng tụ, 2 thiết bị tiết lưu, thiết bị bay hơi, bình làm mát trung gian, bình trung gian (loại không có ống xoắn), đường ống nối phần hơi của bình trung gian với ống hút của máy nén cao áp và đường nối với đường đẩy của máy nén áp thấp (hình 2.30).



Hình 2.30. Sơ đồ thiết bị chu trình 2 cấp làm mát trung gian hoàn toàn có 2 tiết lưu

3.2. Nguyên lý làm việc

Chu trình 2 cấp làm mát trung gian hoàn toàn có 2 tiết lưu là chu trình có hơi môi chất hút về máy nén cao áp là hơi môi chất sinh ra trong bình trung gian, trạng thái hơi là trạng thái bão hòa khô, và do vậy chu trình được gọi là chu trình có quá trình làm mát hoàn toàn.

Hơi môi chất lạnh khi ra khỏi máy nén áp thấp được làm mát ở bình làm mát trung gian và được sục vào lớp lỏng trong bình trung gian, trạng thái môi chất trong bình trung gian là do tiết lưu lỏng môi chất ở áp suất ngưng tụ xuống áp suất trung gian bằng van tiết lưu 1.

Quá trình 1-2 là quá trình nén đoạn nhiệt hơi hút từ áp suất bay hơi và nhiệt độ bay hơi lên áp suất trung gian p_{tg} và nhiệt độ $t_2 > t_k$, được thực hiện trong máy nén hạ áp (M.N H.A).

Quá trình 2-3 là quá trình làm mát đẳng áp được thực hiện trong bình làm mát trung gian với $p_2 = p_3 = p_{tg}$. Điểm 3 nằm trên đường t_k .

Quá trình 3-4 là quá trình làm mát hơi nén xuống trạng thái bão hòa khô.

Quá trình 4-5 là quá trình nén đoạn nhiệt hơi hút từ áp suất trung gian p_{tg} và nhiệt độ trung gian t_{tg} lên áp suất ngưng tụ p_k và nhiệt độ $t_5 > t_k$, được thực hiện trong máy nén cao áp (M.N C.A).

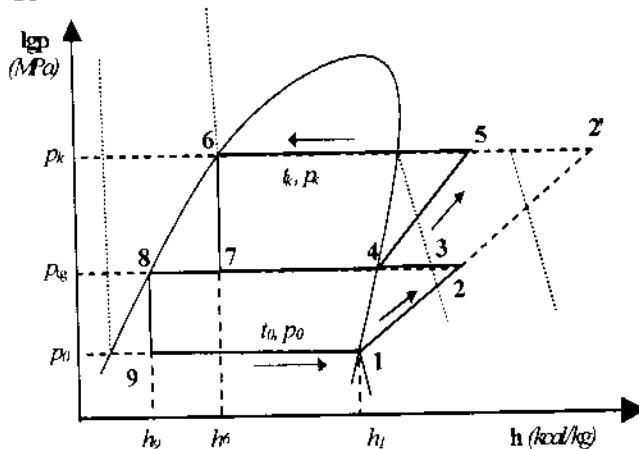
Quá trình 5-6 là quá trình làm mát, ngưng tụ đẳng nhiệt và đẳng áp $p_5 = p_6 = p_k$ được thực hiện trong thiết bị ngưng tụ. Điểm 6 nằm trên đường bão hòa lỏng.

Quá trình 6-7 là quá trình tiết lưu đẳng entanpi từ áp suất và nhiệt độ ngưng tụ xuống áp suất trung gian p_{tg} , thành phần hơi có trạng thái 4 đi về máy nén cao áp, thành phần lỏng có trạng thái 8 đi về van tiết lưu 2.

Quá trình 8-9 là quá trình tiết lưu đẳng entanpi từ áp suất trung gian p_{tg} xuống áp suất p_0 và đưa vào bình bay hơi.

Quá trình 9-1 là quá trình bay hơi đẳng nhiệt $T_9 = T_1$ và đẳng áp $p_9 = p_1 = p_0$ thu nhiệt của môi trường cần làm lạnh. Kết thúc quá trình bay hơi là điểm 1 nằm trong vùng hơi bão hòa khô

3.3. Đồ thị $lgp - h$



Hình 2.31. Chu trình 2 cấp làm mát trung gian hoàn toàn, 2 tiết lưu

Năng suất lạnh riêng khối lượng:

$$q_0 = h_1 - h_9; \text{ kcal/kg}$$

Năng suất nhiệt thải ra ở dàn ngưng tụ:

$$q_k = h_5 - h_6; \text{ kcal/kg}$$

Công nén riêng:

$$l = (h_2 - h_1) + (h_5 - h_4); \text{ kcal/kg}$$

3.4. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

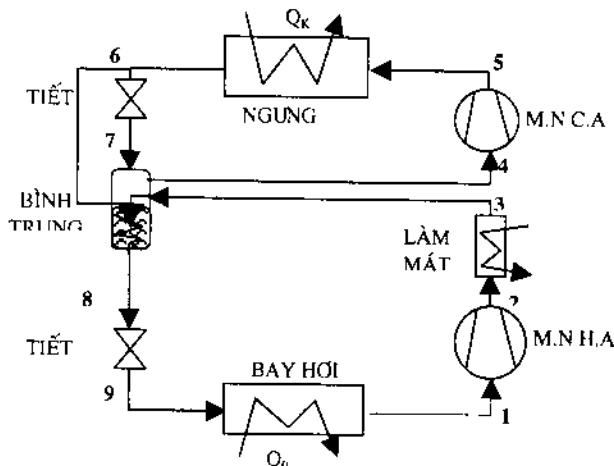
So với chu trình làm mát trung gian không hoàn toàn, chu trình này có trạng thái hơi hút về máy nén cao áp là trạng thái bão hòa khô nên nhiệt độ cuối quá trình nén thấp hơn. Công nén giảm tới mức tối thiểu.

Chu trình này được sử dụng nhiều trong thực tế. Tổn thất lỏng ở bình trung gian để làm mát hơi sau nén áp thấp xuống trạng thái bão hòa là không đáng kể do nhiệt ẩn hoá hơi của lỏng lớn hơn của hơi rất nhiều.

4. Chu trình máy lạnh 2 cấp làm mát trung gian ống xoắn, có 2 tiết lưu

4.1. Sơ đồ thiết bị

Các thiết bị chính trong chu trình 2 cấp làm mát trung gian bằng ống xoắn, có 2 tiết lưu gồm có: Máy nén áp thấp, máy nén áp cao, thiết bị ngưng tụ, 2 thiết bị tiết lưu, thiết bị bay hơi, bình làm mát trung gian, bình trung gian (loại có ống xoắn), đường ống nối phần không gian chứa hơi của bình trung gian với ống hút của máy nén cao áp, đường nối với đường đẩy của máy nén áp thấp. Đường ống nối thẳng từ đường môi chất lỏng sau ngưng tụ tới đường ống xoắn trong bình trung gian để thải nhiệt cho môi chất lỏng trong bình, sau đó được đưa vào van tiết lưu 2 (hình 2.32).



Hình 2.32. Sơ đồ thiết bị chu trình 2 cấp làm mát bằng ống xoắn, có 2 tiết lưu.

4.2. Nguyên lý làm việc

Chu trình 2 cấp làm mát trung gian bằng ống xoắn có 2 tiết lưu là chu trình về cơ bản giống với chu trình có quá trình làm mát hoàn toàn, khác biệt cơ bản là dòng môi chất lỏng từ thiết bị ngưng tụ đi ra chia làm hai nhánh. Một nhánh nhỏ đi qua van tiết lưu 1 vào bình trung gian để làm mát hơi hút về máy nén cao áp xuống trạng thái bão hòa khô, còn nhánh chính được dẫn qua ống xoắn trong bình trung gian, được làm quá lạnh sau đó vào van tiết lưu 2 để hạ áp suất xuống áp suất bay hơi và cấp cho thiết bị bay hơi.

Quá trình 1-2 là quá trình nén đoạn nhiệt hơi hút từ áp suất bay hơi và nhiệt độ bay hơi lên áp suất trung gian p_{tg} và nhiệt độ $t_2 > t_k$, được thực hiện trong máy nén hạ áp (M.N H.A).

Quá trình 2-3 là quá trình làm mát đẳng áp được thực hiện trong bình làm mát trung gian với $p_2 = p_3 = p_{tg}$. Điểm 3 nằm trên đường t_k .

Quá trình 3-4 là quá trình làm mát hơi nén xuống trạng thái bão hòa khô.

Quá trình 4-5 là quá trình nén đoạn nhiệt hơi hút từ áp suất trung gian p_{tg} và nhiệt độ trung gian t_{tg} lên áp suất ngưng tụ p_k và nhiệt độ $t_5 > t_k$, được thực hiện trong máy nén cao áp (M.N C.A).

Quá trình 5-6 là quá trình làm mát, ngưng tụ đẳng nhiệt và đẳng áp $p_5 = p_6 = p_k$ được thực hiện trong thiết bị ngưng tụ. Điểm 6 nằm trên đường bão hòa lỏng.

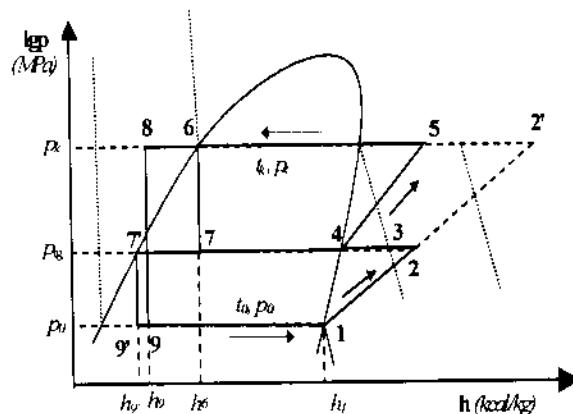
Quá trình 6-7 là quá trình tiết lưu đẳng entapi từ áp suất và nhiệt độ ngưng tụ xuống áp suất trung gian p_{tg} , thành phần hơi bão hòa khô có trạng thái 4 đi về máy nén cao áp.

Quá trình 6-8 là quá trình quá lạnh đẳng áp môi chất lỏng sau ngưng tụ trong ống xoắn của bình trung gian.

Quá trình 8-9 là quá trình tiết lưu đẳng entapi từ áp suất ngưng tụ p_k xuống áp suất p_0 và đưa vào bình bay hơi.

Quá trình 9-1 là quá trình bay hơi đẳng nhiệt $T_9 = T_1$ và đẳng áp $p_9 = p_1 = p_0$ thu nhiệt của môi trường cân làm lạnh. Kết thúc quá trình bay hơi là điểm 1 nằm trong vùng hơi bão hòa khô.

4.3. Đồ thị $lgp - h$



Hình 2.33. Chu trình 2 cấp làm mát trung gian bằng ống xoắn, 2 tiết lưu

Năng suất lạnh riêng khối lượng:

$$q_0 = h_1 - h_9; \text{ kcal/kg}$$

Năng suất nhiệt thải ra ở dàn ngưng tụ:

$$q_k = h_5 - h_6; \text{ kcal/kg}$$

Năng suất nhiệt thải ra ở ống xoắn:

$$q_{ql} = h_6 - h_8; \text{ kcal/kg}$$

Công nén riêng:

$$I = (h_2 - h_1) + (h_5 - h_4); \text{ kcal/kg}$$

4.4. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

Lòng tiết lưu từ áp suất ngưng tụ xuống áp suất bay hơi chỉ qua van tiết lưu 2, nếu sự trao đổi nhiệt của ống xoắn là lý tưởng thì nhiệt độ lỏng ra khỏi ống xoắn là nhiệt độ trung gian, nhưng thực tế có tổn thất nên nhiệt độ lỏng quá lạnh bao giờ cũng lớn hơn nhiệt độ trung gian từ 3°C đến 5°C và năng suất lạnh riêng cũng giảm đi một lượng bằng $\Delta q = h_8 - h_9$.

So với chu trình làm mát trung gian hoàn toàn, chu trình này có ưu thế vận hành là dầu bôi trơn từ máy nén áp thấp không vào trong thiết bị bay hơi, do đó không làm bẩn bề mặt trao đổi nhiệt.

Chu trình này cũng được sử dụng nhiều trong thực tế tuy có tổn thất về năng lượng.

Câu hỏi

1. Nêu phạm vi ứng dụng của máy nén lạnh.
2. Phân biệt máy nén thuận dòng và máy nén ngược dòng.
3. Nêu cấu tạo và phạm vi sử dụng của máy nén hở.
4. Nêu cấu tạo và phạm vi sử dụng của máy nén nửa kín.
5. Nêu cấu tạo và phạm vi sử dụng của máy nén kín.
6. Nêu nhiệm vụ của máy nén pittông.
7. Nêu cấu tạo và phạm vi sử dụng của máy nén rôto.
8. Nêu cấu tạo và phạm vi sử dụng của máy nén trực vít.
9. Nêu cấu tạo và phạm vi sử dụng của máy nén xoắn ốc.
10. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của chu trình khô.
11. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của chu trình quá lạnh, quá nhiệt.

12. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của chu trình hồi nhiệt.
13. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của chu trình máy lạnh 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn có 1 tiết lưu
14. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của chu trình máy lạnh 2 cấp làm mát trung gian không hoàn toàn có 2 tiết lưu
15. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của chu trình máy lạnh 2 cấp làm mát trung gian hoàn toàn có 2 tiết lưu
16. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của chu trình máy lạnh 2 cấp làm mát trung gian bằng ống xoắn có 2 tiết lưu.

Chương 3

THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT CỦA HỆ THỐNG LẠNH

Mục tiêu

- Biết được cấu tạo và công dụng của các thiết bị trao đổi nhiệt trong hệ thống lạnh và hiểu rõ nguyên lý làm việc của chúng.
- Tính toán và lựa chọn được các thiết bị trao đổi nhiệt phù hợp với yêu cầu của hệ thống lạnh.Tra cứu nhanh, chính xác các thông số của thiết bị trong các bảng biểu, đồ thị.
- Đánh giá được ưu nhược điểm của các thiết bị đang được ứng dụng trong một hệ thống lạnh cụ thể, hiệu quả làm việc của chúng.

Nội dung tóm tắt

I. Vai trò, vị trí, đặc điểm của thiết bị trao đổi nhiệt trong hệ thống lạnh

II. Phân loại thiết bị ngưng tụ

III. Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước

IV. Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước và không khí

V. Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng không khí

VI. Phân loại thiết bị bay hơi

VII. Thiết bị bay hơi làm lạnh chất lỏng

VIII. Thiết bị bay hơi làm lạnh không khí

I. VAI TRÒ, VỊ TRÍ, ĐẶC ĐIỂM CỦA THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT TRONG HỆ THỐNG LẠNH

1. Vai trò

Thiết bị trao đổi nhiệt trong hệ thống lạnh là những thiết bị không thể thiếu được, nhiệm vụ của chúng là thực hiện quá trình trao đổi nhiệt giữa môi chất lạnh với môi trường bên ngoài, với không gian cần làm lạnh hoặc các chất tải nhiệt, trong đó hai thiết bị chính là thiết bị ngưng tụ và thiết bị bay hơi có tầm

quan trọng đặc biệt để hệ thống lạnh có thể vận hành được, còn có các thiết bị trao đổi nhiệt khác như thiết bị quá lạnh, hồi nhiệt, bình trung gian, bình tách dầu... để nâng cao hiệu quả làm việc của hệ thống.

2. Vị trí

Trong các hệ thống lạnh sử dụng máy nén thông thường, khối lượng kim loại chế tạo các thiết bị trao đổi nhiệt có thể chiếm tới 70% khối lượng kim loại của toàn hệ thống, về thể tích có thể tới 60%.

Giá thành của các thiết bị trao đổi nhiệt chiếm khoảng 50% giá thành toàn hệ thống lạnh.

Đối với các hệ thống lạnh trực tiếp không khí, những giá trị trên còn lớn hơn nữa do hệ số trao đổi nhiệt của không khí thấp làm diện tích bề mặt trao đổi nhiệt tăng lên.

3. Đặc điểm

Do độ chênh nhiệt độ giữa môi chất lạnh và môi trường bên ngoài tỷ lệ nghịch với diện tích trao đổi nhiệt của thiết bị trao đổi nhiệt, mà trong thực tế, diện tích trao đổi nhiệt không thể lớn vô hạn nên nhiệt độ của môi chất sau khi ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt và nhiệt độ của môi trường xung quanh luôn có chênh lệch. Giá trị chênh lệch càng lớn thì tổn thất năng lượng tại thiết bị càng lớn, lựa chọn vận hành thiết bị theo giá trị nào đó là tuỳ theo tính toán cân đối giữa vốn đầu tư và chi phí vận hành.

Để giảm tổn thất năng lượng người ta thường chọn phương án tăng diện tích trao đổi nhiệt để giảm độ chênh nhiệt độ, nói chung thiết bị trao đổi nhiệt trong hệ thống lạnh được thiết kế với hệ số truyền nhiệt cao nhưng phụ tải nhiệt riêng thấp, khoảng $1.000 \div 10.000 \text{ kcal/m}^2\text{h}$.

Trong hệ thống lạnh, do vòng tuần hoàn của môi chất là vòng tuần hoàn kín nên thiết bị trao đổi nhiệt trong hệ thống lạnh luôn là các thiết bị trao đổi nhiệt bề mặt.

Do có đặc điểm riêng về áp suất, nhiệt độ, tính chất của môi chất lạnh và sự có mặt của dầu bôi trơn mà việc tính toán thiết bị trao đổi nhiệt của hệ thống lạnh có những phương pháp và quan hệ tính toán khác với tính toán các thiết bị trao đổi nhiệt nói chung.

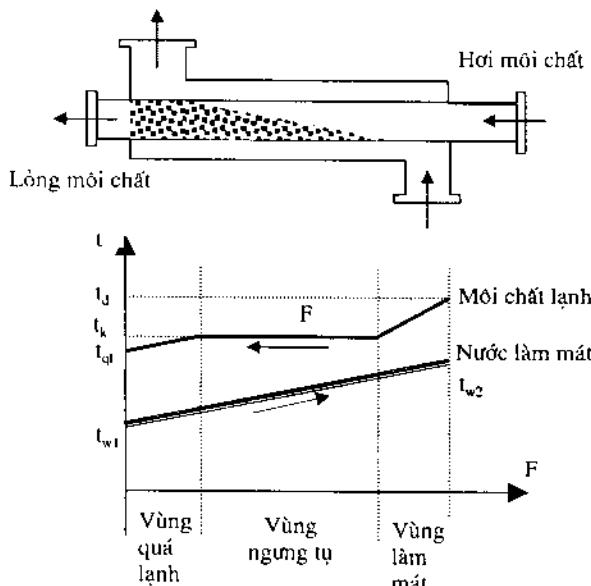
Quá trình ngưng tụ của môi chất lạnh thường là quá trình ngưng màng nên khi tính toán phải kể đến nhiệt trở của màng môi chất ngưng.

II. PHÂN LOẠI THIẾT BỊ NGUNG TỰ

1. Khái niệm về thiết bị ngưng tụ

Thiết bị ngưng tụ là thiết bị dùng để hoá lỏng hơi môi chất có áp suất và nhiệt độ cao sau khi nén.

Hơi môi chất có áp suất và nhiệt độ cao sẽ truyền nhiệt cho môi trường bên ngoài (có thể là nước hoặc không khí làm mát) và giảm dần nhiệt độ. Khi nhiệt độ môi chất xuống đến nhiệt độ bão hòa thì quá trình ngưng tụ bắt đầu diễn ra trong thiết bị, từ lúc này, nhiệt lượng do chất làm mát lấy đi là do môi chất chuyển trạng thái từ hơi sang lỏng toả ra, còn nhiệt độ của khối môi chất (hơi và lỏng) không thay đổi, chỉ khi toàn bộ hơi môi chất đã chuyển sang trạng thái lỏng, nếu tiếp tục lấy nhiệt đi, nhiệt độ của môi chất lỏng mới hạ xuống và đó chính là quá trình quá lạnh môi chất lỏng.



Hình 3.1. Sơ đồ thiết bị ngưng tụ

Trong thiết bị ngưng tụ, tổn thất áp suất của thiết bị thường được bỏ qua, do đó trong thiết bị ngưng tụ áp suất p_k được coi là không đổi.

Trong vùng ngưng tụ nhiệt độ của môi chất t_k là không đổi và bằng nhiệt độ bão hòa tương ứng với áp suất bão hòa, khi biết một trong hai thông số t_k hoặc p_k sẽ xác định được thông số kia.

Khác với môi chất lạnh có sự thay đổi trạng thái từ hơi sang lỏng, chất làm mát không biến đổi trạng thái và nhiệt độ sẽ tăng dần.

2. Phân loại thiết bị ngưng tụ

Có nhiều loại thiết bị ngưng tụ khác nhau về nguyên tắc làm việc và kết cấu, nhưng có thể xếp theo một số loại chính như sau:

2.1. Phân loại theo môi trường làm mát

Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước (giải nhiệt nước)

- Bình ngưng ống vỏ nằm ngang NH₃ và Frêôn.
- Bình ngưng phần tử nằm ngang NH₃ và Frêôn.
- Bình ngưng ống vỏ NH₃ thẳng đứng.

Thiết bị ngưng tụ kiểu kết hợp (giải nhiệt nước và gió)

- Dàn ngưng tưới.
- Tháp ngưng tụ (có quạt hay dàn ngưng tụ bay hơi).

Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng không khí (giải nhiệt gió)

- Dàn ngưng cưỡng bức.
- Dàn ngưng tự nhiên.
- Dàn ngưng kiểu tấm.

Trong các hệ thống lạnh trung bình và lớn sử dụng NH₃ thường người ta chỉ sử dụng loại làm mát bằng nước và kết hợp

Nước có thể sử dụng một lần hoặc tuần hoàn

Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng môi chất khác khi sôi hay bằng các sản phẩm công nghệ.

2.2. Phân loại theo đặc điểm của quá trình ngưng tụ

Thiết bị có môi chất ngưng ở mặt ngoài của bề mặt trao đổi nhiệt

- Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu ống vỏ (đứng, nằm ngang).
- Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu lồng ống.

Thiết bị có môi chất ngưng ở mặt trong của bề mặt trao đổi nhiệt

- Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu panen.
- Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tưới.
- Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu bay hơi.
- Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu dàn trao đổi nhiệt với không khí.

2.3. Phân loại theo đặc điểm của quá trình lưu động

- Thiết bị có môi trường làm mát tuần hoàn tự nhiên.
- Thiết bị có môi trường làm mát tuần hoàn cưỡng bức.
- Thiết bị ngưng tụ kiểu xối tưới nước.

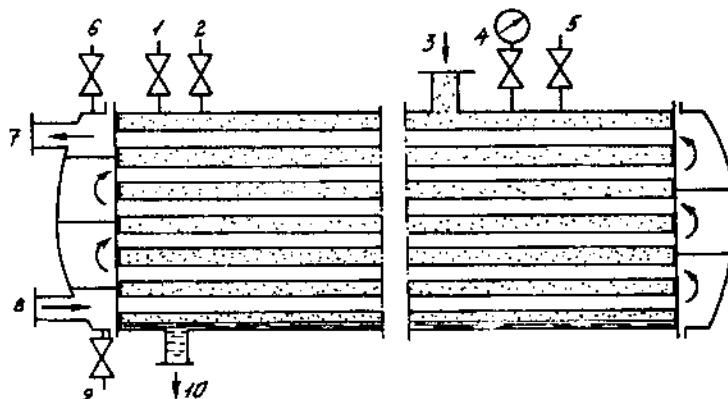
III. THIẾT BỊ NGUNG TỤ LÀM MÁT BẰNG NƯỚC

Các thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước là các thiết bị sử dụng nước để làm mát và ngưng tụ hơi môi chất sau khi nén. Thường hay gặp bốn loại, đó là bình ngưng ống vỏ nằm ngang, bình ngưng ống vỏ đứng, thiết bị ngưng tụ kiểu phân tử và thiết bị ngưng tụ kiểu panen.

1. Bình ngưng ống vỏ nằm ngang

1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Bình được chế tạo gồm có vỏ bình bằng thép tấm cuộn theo hình trụ đặt nằm ngang và hàn giáp mép, hai đầu có hai mặt sàng, bên trong bình có các đường ống dẫn nước được hàn hoặc nút vào hai mặt sàng. Phía đầu ngoài cùng của bình là hai nắp đậy lên hai mặt sàng, được lắp vào thân bình bằng các mối ghép ren và được đệm kín nước bằng gioăng cao su.



1. Nơi van an toàn, 2. Ống nối đường cân bằng với bình chứa, 3. Ống hơi NH_3 vào,
4. Áp kế, 5. Ống nỗi van xả không ngưng, 6. Van xả khí ở khoang nước,
7. Ống nước làm mát ra, 8. Ống nước làm mát vào, 9. Van xả nước, 10. Ống NH_3 lỏng ra

Hình 3.2. Bình ngưng ống NH_3 , nằm ngang

Đường ống trao đổi nhiệt trong bình ngưng thường là các ống tròn (đối với môi chất là Frêon có thể có cánh phía môi chất), được sắp xếp so le nhau theo

các hình tam giác đều, hình lục giác, hình vuông hoặc hình tròn đồng tâm tùy theo hàng sản xuất, vật liệu chế tạo ống là thép hoặc đồng tùy theo loại môi chất sử dụng.

Các mối nối đường ống dẫn môi chất là các mối hàn, các mối nối đường nước là những mối ghép ren và có các đường xả trên ống. Một số bình trên thân có để sẵn các vị trí để lắp thiết bị đo kiểm, an toàn, các đường thông áp, đường xả khí... phần dưới có bầu chứa và đường xả dầu.

Khi vận hành, hơi môi chất sẽ đi vào khoảng không gian giữa vỏ bình và các đường ống dẫn nước từ phía trên, nhiệt của hơi môi chất sẽ truyền cho nước làm mát đi trong ống và tỏa ra ngoài không khí qua vỏ, hơi môi chất giảm nhiệt độ đi và ngưng lại thành lỏng, đọng lại ở phần dưới của bình và được đưa tới van tiết lưu (hoặc bình chứa), nếu thoát vào bình chứa thì bình ngưng phải có đường thông áp nối bình ngưng và bình chứa (bình ngưng được đặt cao hơn bình chứa) để môi chất lỏng lưu thông liên tục.

Nước làm mát sẽ được bơm đầy vào khoảng không gian giữa nắp đậy và mặt sàng, sau đó đi vào các ống và sang đầu bên kia của bình. Để tăng tốc độ của nước và chiều dài đường đi của nước, người ta không cho nước làm mát chỉ đi một lần qua bình mà bố trí cho nước đi vòng nhiều vòng trước khi ra khỏi bình bằng các vách ngăn trên nắp đậy, chia mặt sàng thành nhiều khoảng nhỏ.

Nước làm mát thường được đưa vào phía dưới bình và ra khỏi bình ở phía trên, chế độ lưu động kiểu này còn có tác dụng làm quá lạnh môi chất lỏng đã ngưng tụ vì môi chất lỏng đọng dưới đáy bình sẽ tiếp xúc với nước vào có nhiệt độ thấp hơn.

1.2. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

1.2.1. Ưu điểm

- Thiết bị gọn, chắc chắn, chiếm rất ít diện tích lắp đặt, có thể đặt trong nhà và nối đường nước ra ngoài.

- Tiêu hao kim loại chế tạo thấp, khoảng $40 + 50\text{kg/m}^2$ diện tích bề mặt trao đổi nhiệt.

- Hệ số truyền nhiệt lớn từ 800 đến $1.000\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{K}$.

- Nếu sử dụng tháp giải nhiệt thì nhiệt độ ngưng tụ ổn định, ít bị phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường và mùa trong năm.

- Có thể làm nhiệm vụ của bình chứa với mức lỏng không quá 100mm.

- Để chế tạo, lắp đặt và sửa chữa, công tác bảo dưỡng đơn giản, đường nước có thể làm sạch bằng cơ học hay hoá chất rất đơn giản.

1.2.2. Nhược điểm

- Phải có diện tích dự phòng phía đầu bình với chiều dài đủ để có thể tiến hành sửa chữa thay thế ống nước khi cần.

- Khối lượng nước làm mát yêu cầu lớn, để giảm lượng nước phải dùng thấp giải nhiệt, nhưng điều này sẽ làm tăng chi phí đầu tư và ảnh hưởng đến môi trường xung quanh.

1.2.3. Phạm vi ứng dụng

Được ứng dụng chủ yếu cho các hệ thống lạnh có công suất trung bình và lớn. Những nơi có nguồn nước sạch và giá thành thấp rất phù hợp với loại bình ngưng ống vỏ nằm ngang.

1.3. Các hư hỏng thường gặp và cách khắc phục

Bình ngưng thường hay bị đóng cặn trên đường nước làm mát, nhất là ở những ống có nhiệt độ cao (những ống tiếp xúc với hơi môi chất nóng) làm giảm khả năng trao đổi nhiệt, tăng nhiệt độ ngưng tụ, giảm công suất lạnh. Cách xử lý là tiến hành làm sạch các bề mặt trao đổi nhiệt bằng cách dùng hoá chất hoặc dùng biện pháp cơ khí để phá cặn. Việc làm sạch bề mặt trao đổi nhiệt phải được thực hiện định kỳ, nhất là những nơi nước làm mát bẩn, có nhiều cặn cứng.

Khi áp lực ngưng tụ tăng cao mà không phải do cặn thì nguyên nhân có thể do trong bình ngưng có nhiều khí không ngưng, phải xả khí qua bình tách khí không ngưng.

Nếu lưu lượng nước làm mát không đủ, nhiệt độ nước làm mát quá cao hoặc có sự cố ở hệ thống cấp nước làm mát sẽ gây hư hỏng máy nén do áp suất tăng, vì vậy hệ thống phải được trang bị các thiết bị điều chỉnh và bảo vệ tự động, đảm bảo có thể dừng máy khi có sự cố về nước làm mát.

Khi dầu động nhiều trong bình sẽ làm giảm diện tích truyền nhiệt, giảm công suất lạnh của hệ thống, nên cần phải định kỳ xả dầu và luôn theo dõi mức dầu trong bình.

2. Bình ngưng ống vỏ thẳng đứng

2.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Bình ngưng ống vỏ thẳng đứng cũng được chế tạo tương tự như bình ngưng ống vỏ nằm ngang nhưng vỏ bình đặt đứng, đầu bình phía trên không có nắp

đậy mà có hộp phân phổi nước, trong hộp có các chi tiết hình côn có rãnh xoắn nằm ở đầu mỗi ống để khi nước chảy qua sẽ tạo thành màng ở mặt trong ống. Phía dưới bình là bể chứa nước sau khi đã trao đổi nhiệt.

Đường ống trao đổi nhiệt trong bình cũng giống như trong loại bình nằm ngang, trên thân bình có bố trí các đầu để lắp thiết bị đo kiểm, an toàn, đường thông áp, van xả khí, phần dưới có đường xả dầu.

Khi vận hành, hơi môi chất sẽ đi vào khoảng không giữa vỏ bình và các đường ống dẫn nước từ phía trên, nhiệt của hơi môi chất sẽ truyền cho nước làm mát đi trong ống và tỏa ra ngoài không khí qua vỏ, hơi môi chất giảm nhiệt độ đi và ngưng lại thành lỏng, đọng lại ở phần dưới của bình và được đưa tới van tiết lưu (hoặc bình chứa), nếu thoát vào bình chứa thì bình ngưng phải có đường thông áp nối bình ngưng và bình chứa (bình ngưng được đặt cao hơn bình chứa) để môi chất lỏng lưu thông liên tục. Vị trí đường lấy lỏng cao hơn mặt sàng khoảng 800mm để tránh lấy phải dầu đọng.

Nước làm mát sẽ được bơm đầy vào hộp phân phổi nước, sau đó nhờ trọng lực chảy qua các nút hình côn đi vào các ống và chảy xuống bể chứa.

2.2. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

2.2.1. *Ưu điểm*

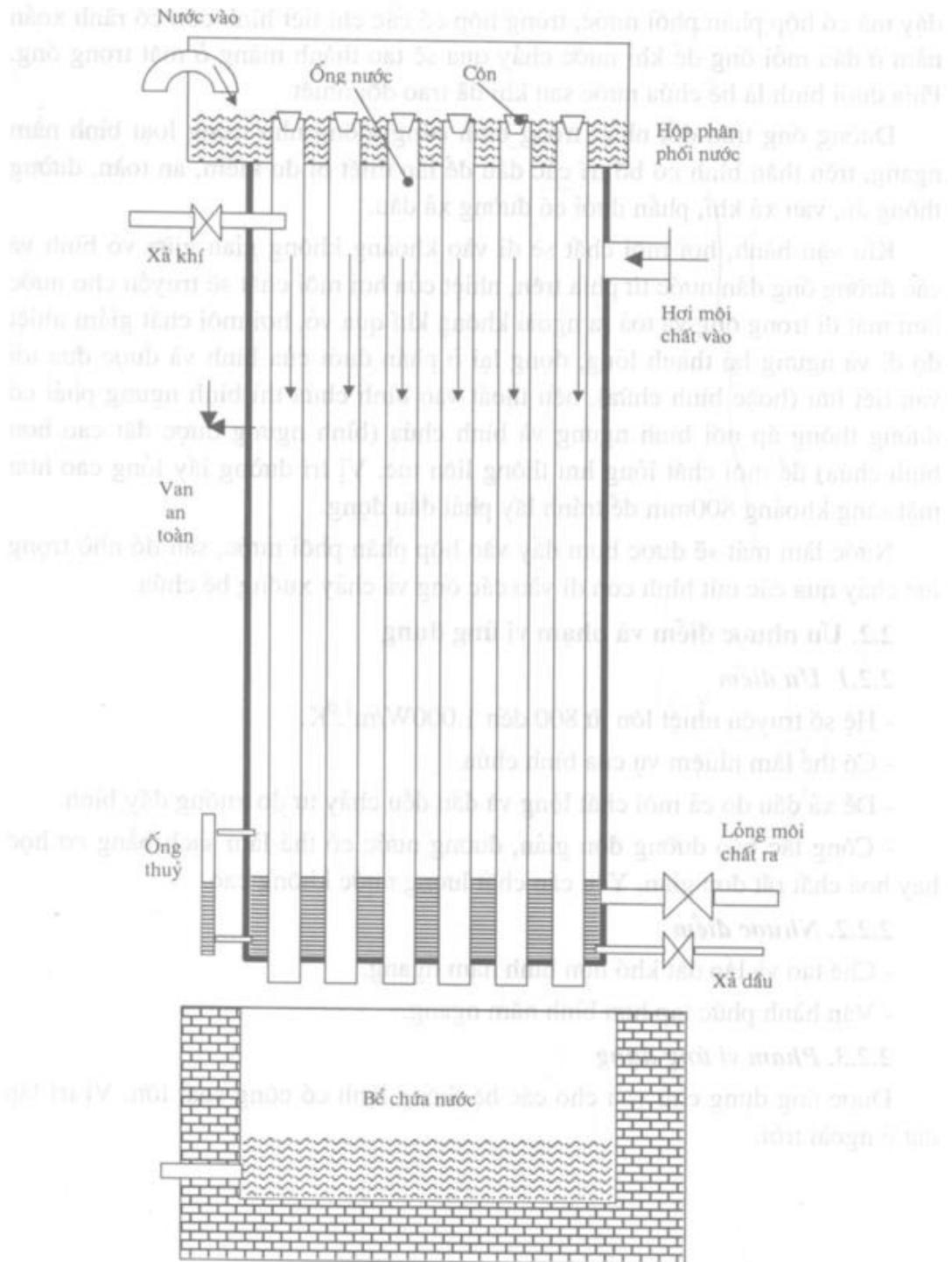
- Hệ số truyền nhiệt lớn từ 800 đến $1.000\text{W/m}^2.\text{K}$.
- Có thể làm nhiệm vụ của bình chứa.
- Dễ xả dầu do cả môi chất lỏng và dầu đều chảy tự do xuống đáy bình.
- Công tác bảo dưỡng đơn giản, đường nước có thể làm sạch bằng cơ học hay hoá chất rất đơn giản. Yêu cầu chất lượng nước không cao

2.2.2. *Nhược điểm*

- Chế tạo và lắp đặt khó hơn bình nằm ngang.
- Vận hành phức tạp hơn bình nằm ngang.

2.2.3. *Phạm vi ứng dụng*

Được ứng dụng chủ yếu cho các hệ thống lạnh có công suất lớn. Vị trí lắp đặt ở ngoài trời.



Hình 3.3. Bình ngưng ống vòi thẳng đứng

2.3. Các hư hỏng thường gặp và cách khắc phục

Bình ngưng ống vỏ đặt đứng cũng thường hay bị đóng cầu cặn trên đường nước làm mát, nhất là ở những đoạn ống có nhiệt độ cao (đoạn ống tiếp xúc với hơi môi chất nóng). Cách xử lý là tiến hành làm sạch các bề mặt trao đổi nhiệt. Đặc biệt đối với bình ngưng đặt đứng còn có khả năng tắc các rãnh dẫn nước ở đầu ống và các nút côn.

Khi bình có nhiều khí không ngưng, lưu lượng nước làm mát không đủ, nhiệt độ nước làm mát quá cao hoặc có sự cố ở hệ thống cấp nước làm mát cũng gây những ảnh hưởng tương tự bình nằm ngang.

Khi thấy dầu động nhiều trong bình, cần phải xả dầu và luôn theo dõi mức dầu trong bình.

3. Thiết bị ngưng tụ kiểu phân tử và kiểu lồng ống

3.1. Thiết bị ngưng tụ kiểu phân tử

Cấu tạo của thiết bị ngưng tụ kiểu phân tử bao gồm nhiều phân tử riêng biệt ghép lại với nhau, mỗi phân tử có cấu tạo gần giống như một bình ngưng nằm ngang loại nhỏ. Các phân tử được lắp nối tiếp với nhau theo đường hơi của môi chất, đường nước làm mát được dẫn song song vào các bình. Mỗi cụm gồm một số nhất định các bình (trên hình 3.4 là 3 bình) lại được lắp song song với nhau, số lượng các cụm được tính chọn đủ để cho hệ thống hoạt động bình thường (trên hình 3.4 là 2 cụm).

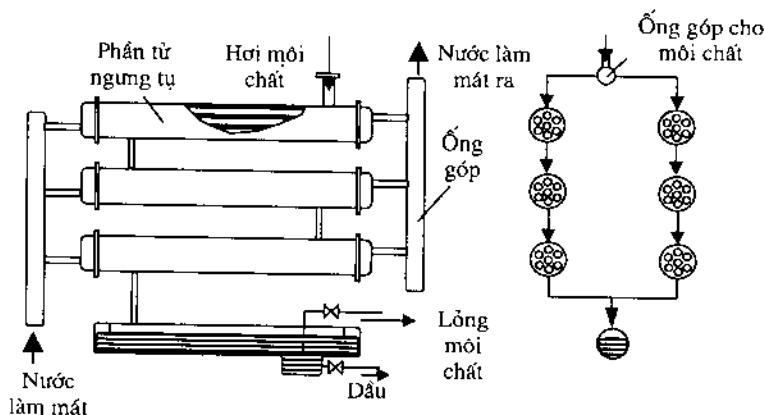
Đường kính vỏ của các phân tử thường là 255mm x 6,5mm hay 232mm x 6,5mm. Trong mỗi phân tử có thể có 3,7,14 hoặc 19 ống truyền nhiệt, đường kính ống là 31mm x 3,5mm hoặc 38mm x 3,5mm, do vậy công suất của mỗi loại có khác nhau.

Hơi môi chất được đưa vào không gian của những phân tử nằm trên cùng, sau khi thải nhiệt cho nước làm mát, hơi môi chất ngưng lại thành lỏng và chảy dần xuống những phân tử nằm dưới.

Nước làm mát được đưa vào phía dưới các ống góp và cấp cho tất cả các phân tử, sau khi nhận nhiệt từ môi chất, nước có nhiệt độ cao được lấy ra từ phía trên của các ống góp. Như vậy, điều kiện trao đổi nhiệt trong thiết bị gần tương đương với thiết bị trao đổi nhiệt ngược chiều.

Thiết bị ngưng tụ kiểu phân tử có hệ số truyền nhiệt cao, tới $930 \div 1.000 \text{W/m}^2\text{K}$. Thiết bị gọn gàng, chắc chắn. Công suất nhiệt của thiết bị có thể thay đổi cho phù hợp công suất hệ thống bằng cách thay đổi số phân tử trong

cụm hoặc số cụm trong thiết bị. Thiết bị này có khả năng làm quá lạnh môi chất nên có thể được dùng làm thiết bị quá lạnh môi chất sau ngưng tụ.



Hình 3.4. Thiết bị ngưng tụ kiểu phân tử

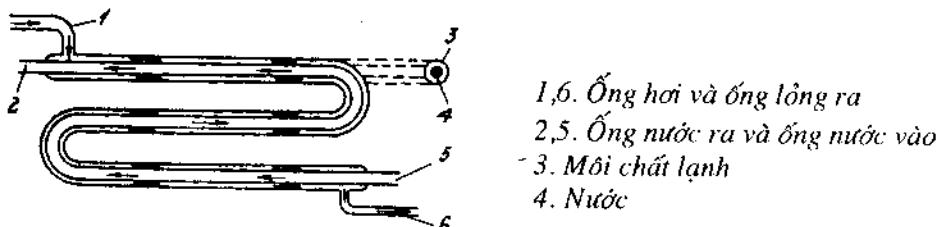
Nhược điểm của loại thiết bị này là việc làm sạch cầu căn khó khăn do nắp bình có liên quan tới đường nước làm mát. Tỷ số chiều dài và đường kính khá lớn nên tiêu hao kim loại nhiều.

Thiết bị ngưng tụ kiểu phân tử thường được sử dụng cho các hệ thống lạnh có công suất trung bình và lớn.

3.2. Thiết bị ngưng tụ kiểu lồng ống

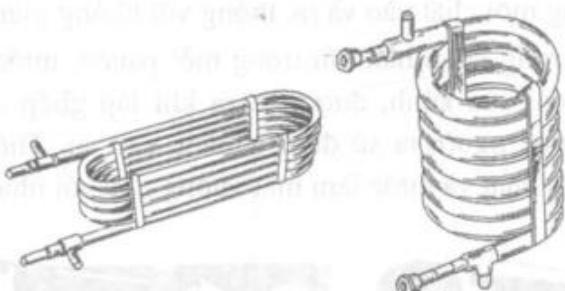
Thiết bị ngưng tụ kiểu lồng ống có nguyên lý làm việc tương tự như thiết bị kiểu phân tử, nhưng khác ở cấu tạo là chỉ có một vỏ ngoài và một ống trong.

Đường ống ngoài thường có đường kính 57mm x 3,5mm, ống trong có đường kính 38mm x 4mm. Môi chất lạnh đi trong đường ống ngoài, hai đầu của ống ngoài được hàn kín vào mặt ngoài của ống trong, đường vào và ra của môi chất được bố trí trên thân ống. Hai đầu của ống trong được nối với đường nước làm mát vào và ra.



Hình 3.5. Sơ đồ thiết bị ngưng tụ kiểu lồng ống

Thiết bị rất gọn, chiếm ít diện tích lắp đặt. Mỗi chất và nước làm mát cũng được bố trí di ngược chiều nhau nên thiết bị kiểu này không cần có bộ quá lạnh, hoặc có thể sử dụng thiết bị này như một bộ quá lạnh mỗi chất lỏng.



Hình 3.6. Một số thiết bị ngưng tụ kiểu lồng ống

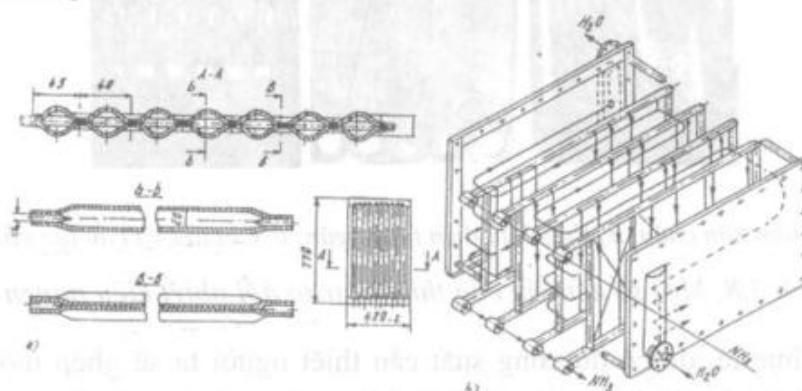
Nhược điểm cơ bản của thiết bị ngưng tụ kiểu lồng ống là rất khó phá cặn trong đường ống nước làm mát, nếu muốn phá cặn cũng chỉ có thể sử dụng hoá chất, không thể dùng phương pháp cơ học. Độ kín của thiết bị kém do có nhiều mối nối. Suất tiêu hao kim loại lớn.

Thiết bị ngưng tụ kiểu lồng ống thường được sử dụng cho các hệ thống có công suất trung bình.

4. Thiết bị ngưng tụ kiểu panen

4.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Thành phần cơ bản của thiết bị ngưng tụ kiểu panen là các tấm trao đổi nhiệt cơ bản (panen).

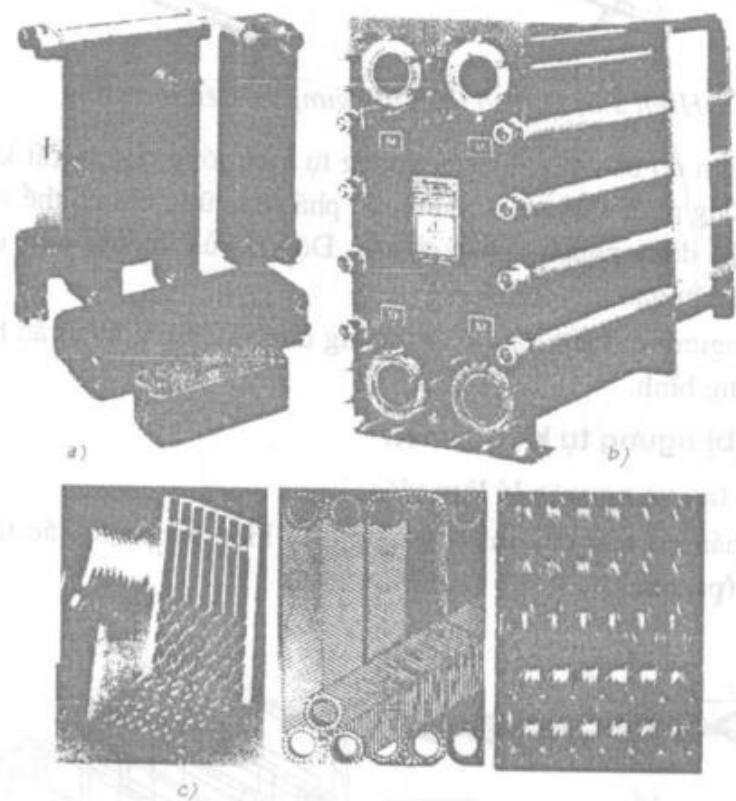


a. Phần tử cơ bản (panen), b. Hình vẽ tháo rời

Hình 3.7. Thiết bị ngưng tụ kiểu panen

Trong kỹ thuật lạnh, thiết bị ngưng tụ kiểu panen có cấu tạo tương đối đơn giản, mỗi panen được chế tạo từ hai tấm thép dập nổi để khi ghép lại với nhau chúng sẽ tạo thành những kênh dẫn và hàn kín xung quanh. Trên panen người ta sẽ bố trí sẵn đường môi chất vào và ra, thông với không gian của kênh dẫn.

Môi chất sẽ đi trong kênh hàn kín trong mỗi panen, nước làm mát sẽ đi ở không gian mặt ngoài của kênh, được tạo ra khi lắp ghép các panen lại với nhau, để làm kín nước người ta sử dụng gioăng cao su. Thông thường chiều chuyển động của môi chất và nước làm mát vuông góc với nhau.



a. Kiểu tấm hàn chẩy; b. Kiểu hàn điện từng ngăn; c. Chi tiết và cấu tạo của thiết bị

Hình 3.8. Một số kết cấu của thiết bị trao đổi nhiệt kiểu panen

Trong thực tế, để có đủ công suất cần thiết người ta sẽ ghép một số các panen với nhau thành từng cụm, và nối nhiều cụm với nhau (tương tự như đối với thiết bị ngưng kiểu phẳng tử). Khi ghép lại với nhau đồng thời các đường vào và ra của môi chất và nước làm mát cũng được lắp ghép với nhau. Có nhiều

cách ghép nối, cách đơn giản nhất là các panen cũng như các cụm sẽ song song với nhau theo đường đi của môi chất và nối tiếp theo đường đi của nước làm mát, thực tế cũng có thể có nhiều phương pháp ghép nối khác.

4.2. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

4.2.1. Ưu điểm

- Hệ số truyền nhiệt cao do diện tích trao đổi nhiệt của thiết bị rất lớn và dòng chảy của chất lỏng được tạo roris tốt.

- Kết cấu chắc chắn, có thể tháo lắp để bảo dưỡng, sửa chữa, công tác phá cặn đường nước có thể thực hiện được triệt để.

- Thiết bị rất gọn, nhẹ, có khả năng lắp lắn cao do các chi tiết đã được chuẩn hoá trong chế tạo, giá thành rẻ.

4.2.2. Nhược điểm

- Cần phải thường xuyên kiểm tra tình trạng thiết bị như độ kín, độ bền và mức độ cặn bám để tránh những sự cố khi vận hành.

- Thời gian làm việc của thiết bị phụ thuộc vào tuổi thọ của gioăng cao su nên không lâu dài, thường phải thay thế gioăng đã lão hoá, rách.

- Chi tiết thay thế hiện nay chưa phổ biến, việc chế tạo khó khăn.

4.2.3. Phạm vi ứng dụng

Được sử dụng cho các hệ thống lạnh có công suất trung bình và lớn.

4.3. Các hư hỏng thường gặp và cách khắc phục

- Khi chất lượng nước làm mát không đảm bảo sẽ có hiện tượng đóng cặn trên bề mặt của kênh dẫn nước, khi có hiện tượng này phải tiến hành phá cặn, có thể sử dụng phương pháp cơ học nếu việc tháo lắp không ảnh hưởng đến vận hành hệ thống hoặc dùng phương pháp hoá học, khi dùng hoá chất cũng phải có biện pháp trung hoà sau khi phá cặn.

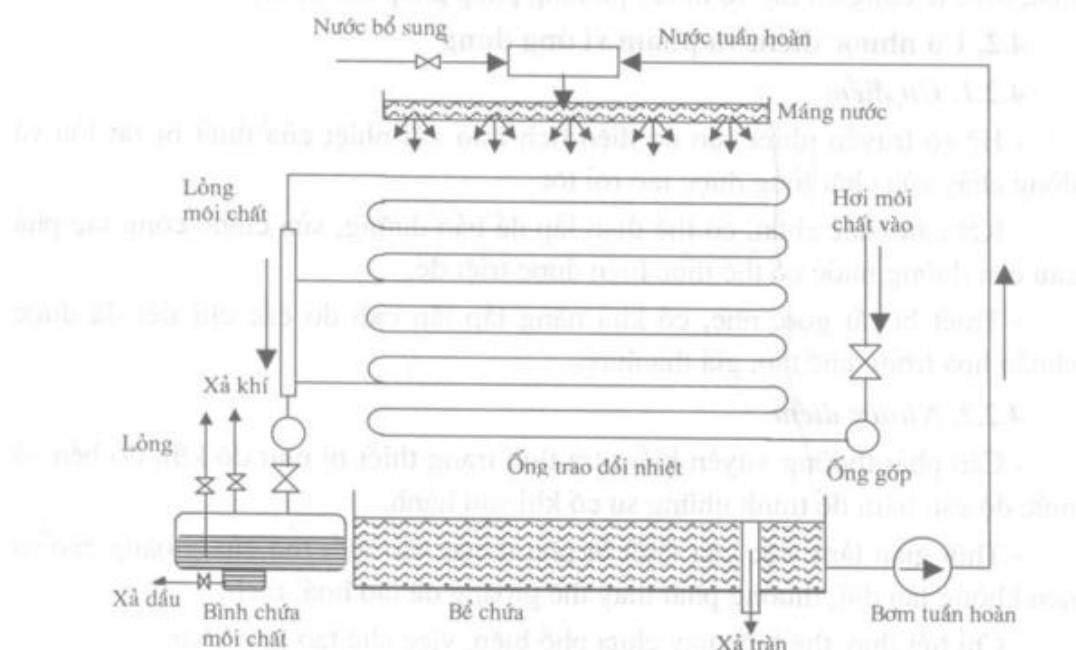
- Thiết bị lắp ghép do có dùng gioăng cao su nên phải chú ý đến chất lượng của chúng, vì sau một thời gian sử dụng tiếp xúc với áp suất cao và nhiệt độ thay đổi gioăng sẽ bị lão hoá, xơ cứng, gây rò rỉ.

IV. THIẾT BỊ NGUNG TỰ LÀM MÁT BẰNG NƯỚC VÀ KHÔNG KHÍ

Thiết bị ngung tự làm mát đồng thời bằng nước và không khí nay gấp được chia làm hai loại là thiết bị kiểu tưới và kiểu bay hơi tùy theo mức độ bay hơi của nước làm mát (không có hoặc có quạt gió).

1. Thiết bị ngưng tụ kiểu tưới

1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc



Hình 3.9. Thiết bị ngưng tụ kiểu tưới

Thiết bị ngưng tụ gồm nhiều cụm ống lắp song song với nhau và cùng nối với ống góp chung. Trong mỗi cụm có nhiều ống bố trí theo chiều đứng, trên một số ống có đường thoát lỏng trung gian dẫn về bình chứa lỏng nằm dưới cùng. Phía trên các cụm là máng nước làm mát có đục lỗ hoặc các ống nước đục lỗ hoặc các mũi phun nước để chia nhỏ nước làm mát.

Khi làm việc, nước làm mát chảy thành màng qua bề mặt các ống dẫn hơi môi chất nóng, nhận nhiệt và tăng nhiệt độ lên, một phần nước sẽ bay hơi vào không khí, còn nước nóng sẽ rơi xuống bể chứa. Nước nóng trong bể chứa sẽ được thay thế một phần bằng nước mới có nhiệt độ thấp hơn (lượng nước bổ sung khoảng 30% lượng nước tuần hoàn). Nước trong bể được cấp lên nhờ bơm tuần hoàn.

Hơi môi chất thường được đưa từ dưới lên trên hoặc đưa vào cụm theo nhiều nhánh. Trên một số ống có các đường thoát lỏng trung gian với mục đích không để lỏng đã ngưng tụ chiếm bề mặt trao đổi nhiệt của thiết bị làm giảm tốc độ quá trình ngưng tụ.

1.2. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

1.2.1. *Ưu điểm*

- Việc làm sạch bề mặt trao đổi nhiệt nhanh chóng, dễ dàng nên không cần nước phải có chất lượng tốt.

- Sử dụng thích hợp ở những nơi có mặt bằng hạn chế.

- Thiết bị đơn giản, chắc chắn, dễ chế tạo trong nước. Giá thành rẻ.

1.2.2. *Nhược điểm*

- Yêu cầu lượng nước làm mát khá lớn.

- Thiết bị công kềnh, khả năng các ống trao đổi nhiệt bị ăn mòn cao.

- Chế độ làm việc có phụ thuộc vào điều kiện thời tiết.

1.2.3. *Phạm vi ứng dụng*

Phù hợp với những hệ thống lạnh có công suất nhỏ và trung bình.

1.3. Các hư hỏng thường gặp và cách khắc phục

Các ống trao đổi nhiệt bị bám bẩn, ăn mòn bề mặt ngoài trong quá trình làm việc, nhất là đường ống thép. Nếu dùng máy lâu người ta thường phải tiến hành làm sạch và sơn phủ chống rỉ.

Lượng nước bổ sung không đủ sẽ làm tăng nhiệt độ ngưng tụ. Những lỗ cấp nước từ máng rất hay bị tắc bẩn, phải thường xuyên thông rửa, trường hợp dùng các bể phun cần đảm bảo áp lực bom nước đủ, nếu áp lực không đủ cần tìm nguyên nhân để khắc phục.

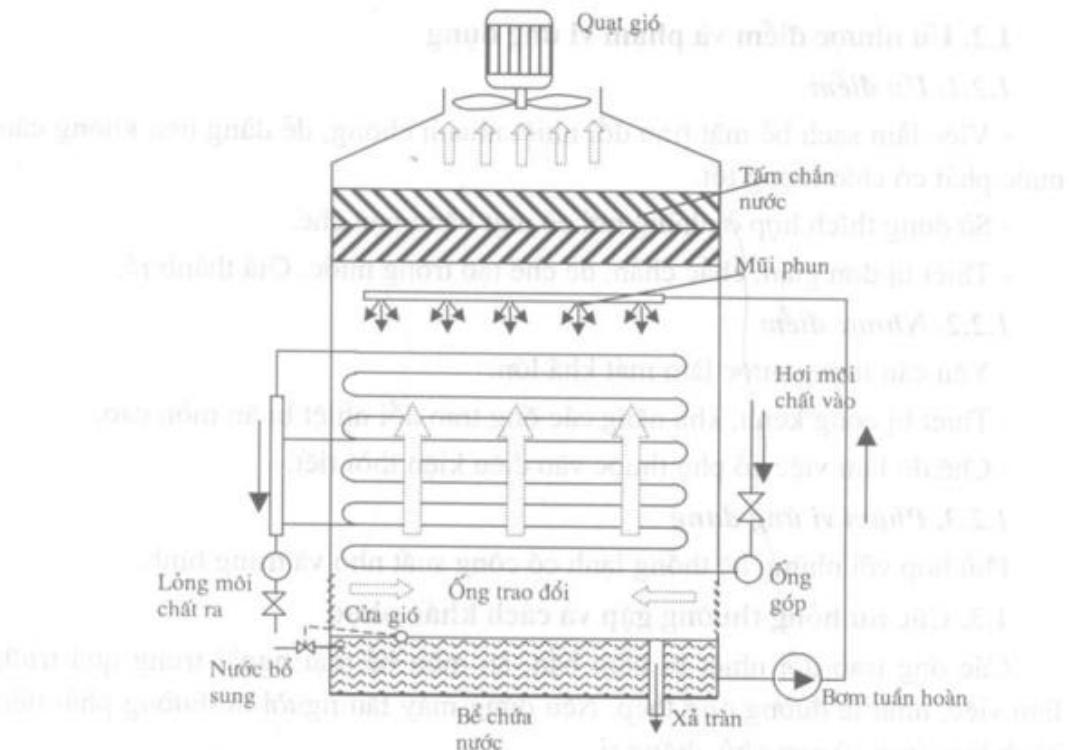
Bể chứa nhanh bẩn do bụi và các chất hữu cơ nên thường xuyên phải làm sạch.

2. Thiết bị ngưng tụ kiểu bay hơi

2.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Thiết bị ngưng tụ kiểu bay hơi cũng có cấu tạo cơ bản như thiết bị kiểu tưới nhưng có thêm quạt gió để lưu thông không khí cưỡng bức, do có quạt nên toàn bộ phần ống trao đổi nhiệt sẽ được đặt trong vỏ kín. Cuối đường không khí có bố trí tấm chắn nước.

Nguyên lý làm việc của thiết bị này khác với thiết bị kiểu tưới là do nước được phun nhỏ trong luồng không khí có tốc độ cao sẽ làm cho các hạt nước bay hơi nhanh chóng, thực tế khi hoạt động nhiệt độ nước ở hai đầu bom hầu như không chênh lệch nhau, điều đó cho thấy toàn bộ lượng nhiệt do môi chất tỏa ra là để bay hơi môi chất.



Hình 3.10. Thiết bị ngưng tụ kiểu bay hơi

Lượng nước bổ sung cần thiết bằng lượng nước đã bay hơi và lượng nước bị quạt gió hút ra. Để giảm lượng nước cuốn theo không khí người ta bố trí tấm ngăn nước, nhưng tấm ngăn không được quá dày làm ảnh hưởng tới sự làm việc của quạt.

2.2. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

2.2.1. Ưu điểm

- Tiết kiệm lượng nước làm mát (chỉ khoảng 3%).
- Không yêu cầu nước phải có chất lượng tốt. Công tác vệ sinh đơn giản.
- Sử dụng thích hợp ở những nơi có mặt bằng hạn chế.
- Thiết bị đơn giản, chắc chắn, dễ chế tạo trong nước. Giá thành rẻ.

2.2.2. Nhược điểm

- Nếu sử dụng quạt hút thì phải chọn loại quạt chịu được nước, nếu không sẽ rất nhanh hỏng. Các tấm ngăn nhanh bị bám bẩn nếu môi trường nơi đặt máy nhiều bụi bẩn.

- Thiết bị công kẽm, khả năng các ống trao đổi nhiệt bị ăn mòn cao.
- Chế độ làm việc phụ thuộc vào điều kiện thời tiết.

2.2.3. Phạm vi ứng dụng

Phù hợp với những hệ thống lạnh có công suất nhỏ và trung bình.

2.3. Các hư hỏng thường gặp và cách khắc phục

- Quạt gió tiếp xúc thường xuyên với hơi nước và nước nên phải đảm bảo kín, cách điện tốt.
- Các tấm chắn nước bị bám bẩn sẽ làm lưu lượng không khí giảm, quá trình bay hơi nước gặp khó khăn.
- Các ống trao đổi nhiệt bị bám bẩn, ăn mòn.
- Thiếu nước bổ sung, áp lực bơm không đủ.
- Bể chứa nước bẩn.

V. THIẾT BỊ NGUNG TỰ LÀM MÁT BẰNG KHÔNG KHÍ

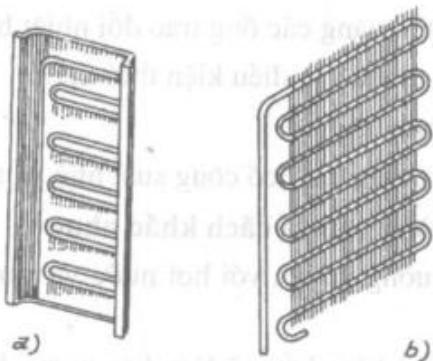
Thiết bị ngưng tụ dùng không khí để làm mát có hai loại, loại không có quạt, không khí đối lưu tự nhiên và loại có quạt, không khí đối lưu cưỡng bức.

1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Tuỳ theo phương pháp lưu thông của không khí mà cấu tạo của thiết bị sẽ khác nhau.

Cấu tạo của thiết bị ngưng tụ đối lưu tự nhiên thường gặp các dạng sau: Dạng tấm - ống được chế tạo từ các tấm kim loại có dập các khe chớp để không khí có thể lưu thông qua tấm, trên tấm người ta hàn đính các đường ống dẫn môi chất. Dạng thanh - ống, thay vì hàn ống vào tấm, người ta hàn lên ống các thanh toả nhiệt nhỏ (thường là các sợi dây thép). Dạng tấm - tấm, được làm từ hai tấm nhôm cán liền với nhau, ở giữa hai tấm có các rãnh được tạo bằng áp lực để môi chất lưu thông.

Cấu tạo của thiết bị ngưng tụ đối lưu cưỡng bức thường gặp có dạng dàn ống xoắn bố trí thành nhiều hàng, bề mặt ngoài ống có cánh tản nhiệt, tất cả được đặt khít trong một vỏ là hộp quạt gió. Vật liệu chế tạo ống thường là thép hoặc đồng, vật liệu chế tạo cánh thường bằng đồng hoặc nhôm. Quạt sử dụng trong dàn ngưng tụ thường là quạt hướng trục.

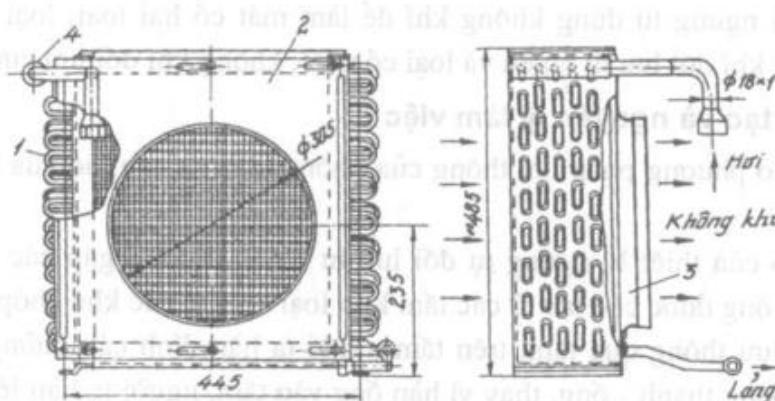


a. Kiểu ống - tản nhôm

b. Kiểu ống có cánh dây thép

c. Kiểu panen ống trong tản

Hình 3.11. Dàn ngưng tụ không đổi lưu tự nhiên



1. Ống xoắn có cánh, 2. Vỏ, 3. Ống khuếch tán, 4. Ống gốp hơi vào, 5. Ống gốp lỏng ra

Hình 3.12. Dàn ngưng tụ không đổi lưu cưỡng bức

2. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

2.1. Ưu điểm

- Không dùng nước làm mát nên rất phù hợp ở những nơi nước sạch thiếu hoặc giá thành cao.
- Không cần các thiết bị phụ như bơm, tháp giải nhiệt nên hệ thống đơn giản, không gây ẩm môi trường xung quanh.

- Thiết bị đơn giản, chắc chắn, dễ sửa chữa, bảo dưỡng.

2.2. Nhược điểm

- Các cánh tản nhiệt dễ bị bám bẩn nếu nơi đặt máy nhiều bụi bẩn.
- Thiết bị công kềnh, phải có không gian đủ lớn để không khí nóng từ thiết bị tản ra không làm ảnh hưởng đến xung quanh.
- Chế độ làm việc rất phụ thuộc vào điều kiện thời tiết, nếu nhiệt độ bên ngoài tăng cao, công suất lạnh sẽ bị giảm rõ rệt.

2.3. Phạm vi ứng dụng

Phù hợp với những máy lạnh có công suất rất nhỏ, nhỏ và trung bình. Thích hợp cho các máy lạnh dân dụng và điều hòa không khí.

3. Các hư hỏng thường gặp và cách khắc phục

- Hư hỏng hay gặp ở thiết bị ngưng tụ làm mát bằng không khí là các cánh tản nhiệt bị ăn mòn, nguyên nhân do cánh nhôm thường xuyên tiếp xúc nước mưa và các loại bụi, hơi hoá chất có tính ăn mòn... để hạn chế cần tránh đặt máy tại các vị trí có khả năng trên hoặc làm mái che nếu có thể được.
- Sau một thời gian sử dụng, các khe hở giữa các cánh tản nhiệt cũng có thể bị bí gió do bụi bẩn, làm tăng nhiệt độ ngưng, giảm công suất lạnh, nên định kỳ phải làm sạch, thường chỉ cần dùng nước sạch để rửa bụi.
- Quạt gió cũng là một nội dung phải thực hiện khi bảo dưỡng. Cần phải làm sạch cánh quạt, vỏ động cơ và kiểm tra các ổ đỡ của quạt, đảm bảo quạt làm việc hiệu quả và lâu dài.

VI. PHÂN LOẠI THIẾT BỊ BAY HƠI

1. Khái niệm về thiết bị bay hơi

Thiết bị bay hơi là thiết bị trao đổi nhiệt, trong đó môi chất lạnh lỏng nhận nhiệt từ môi trường cần làm lạnh, sôi và bay hơi. Do vậy thiết bị bay hơi chính là thiết bị thực hiện chức năng của hệ thống lạnh.

Trong thiết bị bay hơi, môi chất lạnh sẽ chuyển pha từ lỏng sang hơi, lượng nhiệt để làm chuyển pha chính là lượng nhiệt do môi trường cần làm lạnh cung cấp.

Trao đổi nhiệt trong thiết bị được thực hiện qua các vách ngăn cách của thiết bị. Cường độ của quá trình trao đổi nhiệt phụ thuộc nhiệt trở của vách, hệ số toả nhiệt, chế độ chuyển động của môi chất và chất tải lạnh hoặc của môi

trường cần làm lạnh. Hệ số truyền nhiệt của thiết bị bay hơi thường dao động rất lớn, nếu môi trường cần làm lạnh là không khí đối lưu tự nhiên hệ số truyền nhiệt khoảng $6 - 12 \text{W/m}^2\text{K}$, nếu là không khí đối lưu cưỡng bức khoảng $14 - 40 \text{W/m}^2\text{K}$, khi sử dụng nước muối làm chất tải lạnh, hệ số truyền nhiệt có thể tới $600 - 1.700 \text{W/m}^2\text{K}$.

Trong quá trình làm việc, nhiệt trở của vách tăng dần lên, về phía môi chất lạnh là do cặn bẩn, dầu bám vào mặt trong ống trao đổi nhiệt. Về phía môi trường cần làm lạnh là do nước đóng băng trên bề mặt thiết bị hoặc cặn bẩn trong chất tải lạnh bám vào.

2. Phân loại thiết bị bay hơi

Dựa theo nguyên tắc làm việc và kết cấu có thể phân loại thiết bị bay hơi theo các loại sau

2.1. Theo trạng thái của môi trường làm lạnh

- Bình bay hơi làm lạnh chất lỏng (nước, nước muối, glycol ...)
- Dàn bay hơi làm lạnh không khí. Có hai loại dàn lạnh, dàn lạnh tĩnh có không khí đối lưu tự nhiên và dàn lạnh quạt gió khi không khí đối lưu cưỡng bức nhờ quạt gió.

2.2. Theo mức độ choán chỗ của môi chất lạnh lỏng trong thiết bị

Được chia làm hai loại, loại ngập: môi chất lạnh lỏng luôn bao phủ toàn bộ bề mặt trao đổi nhiệt (thường là loại cấp lỏng từ dưới lên) và loại không ngập thì môi chất lỏng không bao phủ toàn bộ bề mặt trao đổi nhiệt, một phần bề mặt trao đổi nhiệt dùng để quá nhiệt hơi hút về máy nén, thường là loại cấp lỏng từ trên xuống.

2.3. Theo điều kiện tuần hoàn của chất tải lạnh

Người ta phân thành thiết bị bay hơi có chất tải lạnh tuần hoàn kín như bình bay hơi ống vỏ và thiết bị bay hơi có chất tải lạnh tuần hoàn hở như các thiết bị bay hơi kiểu panen hoặc dàn bay hơi làm lạnh bể nước muối.

Những chất tải lạnh dễ bay hơi và đắt thường được dùng trong thiết bị có vòng tuần hoàn kín (các glycol, rượu...).

2.4. Theo vị trí sôi của môi chất

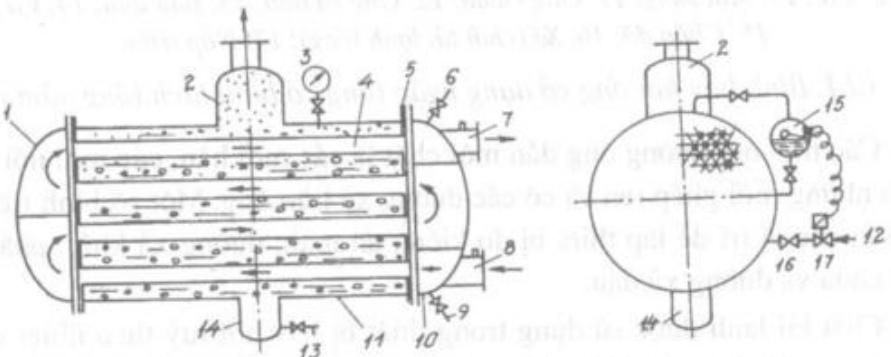
Môi chất lạnh sôi ngoài ống đối với các thiết bị kiểu tưới và kiểu ngập, các thiết bị này phải có vỏ bao ngoài chùm ống. Các thiết bị còn lại đều có môi chất lạnh sôi trong ống.

VII. THIẾT BỊ BAY HƠI LÀM LẠNH CHẤT LỎNG

1. Thiết bị bay hơi ống vỏ kiểu ngập

Cấu tạo của thiết bị bay hơi ống vỏ kiểu ngập tương đối giống như bình ngưng tụ làm mát bằng nước, cũng gồm có vỏ bình bằng thép tấm cuộn theo hình trụ đặt nằm ngang và hàn giáp mép, hai đầu có hai mặt sàng, bên trong bình có các đường ống dẫn nước được hàn hoặc nút vào hai mặt sàng. Phía ngoài cùng của bình là hai nắp đậy lên hai mặt sàng, được lắp vào thân bình bằng các mối ghép ren và được đệm kín nước bằng gioăng cao su.

Đường ống trao đổi nhiệt trong bình bay hơi amôniac là các ống trơn, đối với môi chất là R12 hoặc R134a ống có cánh phía môi chất (R22 có hệ số truyền nhiệt cao nên có thể dùng ống trơn), được sắp xếp so le nhau theo các hình tam giác đều, hình lục giác, hình vuông hoặc hình tròn đồng tâm tùy theo hãng sản xuất, vật liệu chế tạo ống là thép hoặc đồng tuỳ theo loại môi chất sử dụng. Các ống trao đổi nhiệt nằm trong không gian phía dưới của bình, phần không gian phía trên không lắp ống, với mục đích để làm khoang hơi. Mức lỏng trong bình do van tiết lưu cấp vào được khống chế bằng bộ điều chỉnh mức lỏng. Trên khoang hơi là bao hơi có tác dụng tách lỏng, một số bình có bao hơi (bình tách lỏng) nằm rời bên trên của bình bay hơi.

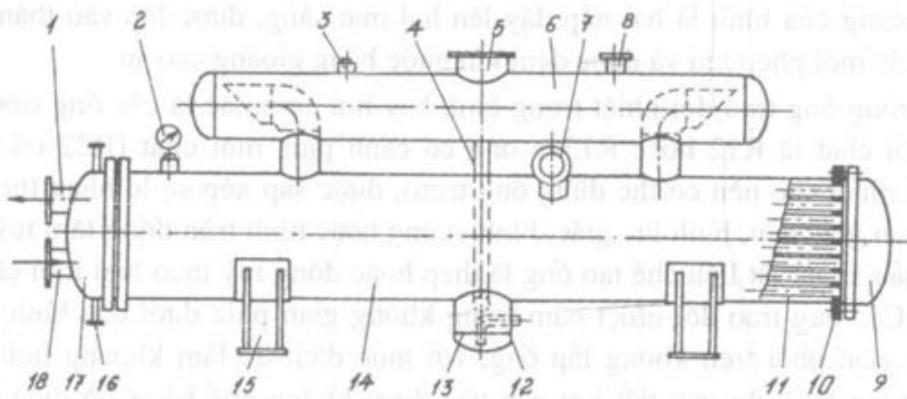


1,10. Nắp bình; 2. Bao hơi; 3. Áp kế; 4. Ống trao đổi nhiệt; 5. Mặt sàng; 6. Ống xả không khí; 7,8. Ống nước (muối) vào và ra; 9. Xả nước; 11. Thân; 12. Ống amôniac lỏng vào; 13. Xả dầu; 14. Bầu lỏng; 15. Bộ điều chỉnh mức lỏng; 16. Van tiết lưu; 17. Van điện tử

Hình 3.13. Bình bay hơi ống vỏ dạng ngập lỏng

Đối với các bình công suất lớn, môi chất được cấp vào và lấy ra theo nhiều đường nằm dọc thân bình từ ống góp chung để sự phân bố của môi chất trong không gian bình được đều hơn.

Đối với bình bay hơi dùng cho các máy nén ly tâm chùm ống trao đổi nhiệt có bước ống nhỏ và chỉ bố trí trong khoảng một nửa không gian bình phía dưới, nửa còn lại với tác dụng như bao hơi để làm khô và quá nhiệt hơi hút, tránh các hạt lỏng còn sót lại tác động đến cánh của máy nén. Trong bình có thiết bị phân ly lỏng nằm phía trên chùm ống. Để tăng độ quá nhiệt của hơi hút đường cấp vào của chất tải lạnh có nhiệt độ cao được bố trí phía trên.



1,18. Ống chất tải lạnh ra và vào; 2. Áp kế; 3. Xả khí không ngưng; 4. Ống hơi lỏng;
5. Ống dẫn hơi ra; 6. Bình tách lỏng; 7. Ống dẫn lỏng vào; 8. Ống nối van an toàn;
9. Nắp sau; 10. Mặt sàng; 11. Ống chùm; 12. Ống xả dầu; 13. Bầu dầu; 14. Vỏ bình;
15. Chân đỡ; 16. Xả (chất tải lạnh lỏng); 17. Nắp trước

Hình 3.14. Bình bay hơi ống vỏ dạng ngập lỏng có bình tách lỏng nằm ngang

Các mối nối đường ống dẫn môi chất là các mối hàn, các mối nối đường nước là những mối ghép ren và có các đường xả trên ống. Một số bình trên thân có để sẵn các vị trí để lắp thiết bị đo kiểm, an toàn, đường xả khí... phần dưới có bầu chứa và đường xả dầu.

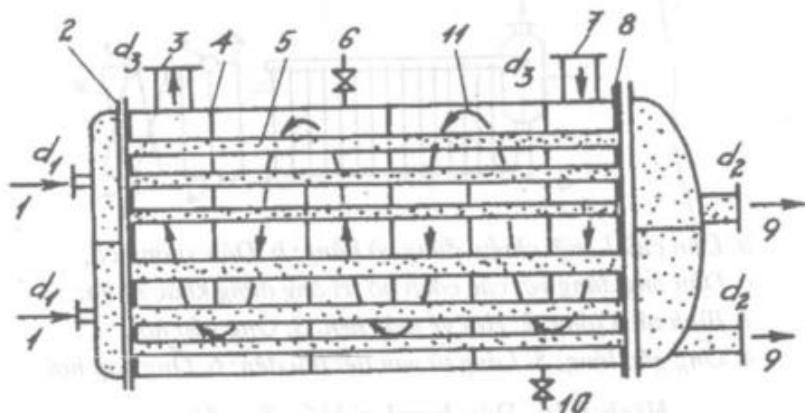
Chất tải lạnh được sử dụng trong thiết bị bay hơi tuỳ theo nhiệt độ yêu cầu. Nếu mục đích là điều hoà không khí, chất tải lạnh có thể chỉ là nước sạch do nhiệt độ không cần thấp hơn 0°C . Nhưng nếu cần có nhiệt độ thấp hơn 0°C , chất tải lạnh phải là nước muối NaCl , CaCl_2 hoặc glycol...

Chất tải lạnh được bơm đầy vào khoảng không gian giữa nắp đậy và mặt sàng, sau đó đi vào các ống. Để tăng tốc độ của chất tải lạnh và chiều dài đường đi, người ta không cho chất tải lạnh đi một lần qua bình mà bố trí cho đi vòng nhiều vòng trước khi ra khỏi bình bằng các vách ngăn trên nắp đậy, chia mặt sàng thành nhiều khoảng nhỏ.

Cường độ trao đổi nhiệt trong thiết bị phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của chất tải lạnh và độ chênh nhiệt độ giữa môi chất và chất tải lạnh. Các bình bay hơi dùng cho Frêôn được thiết kế với độ chênh nhiệt độ lớn để giảm diện tích bề mặt trao đổi nhiệt do giá thành ống đồng cao hơn ống thép.

2. Thiết bị bay hơi ống vỏ môi chất sôi trong ống và trong kẽm

Thiết bị bay hơi loại này có thể là các kiểu bình bay hơi ống vỏ có chùm ống thẳng, chùm ống chữ U, thiết bị bay hơi chùm ống đứng, hoặc kiểu panen. Khác biệt của các thiết bị loại này là môi chất lỏng sôi và bay hơi ở trong ống.



1. Môi chất lạnh vào ra; 2. Nắp trước; 3,7. Lối ra, vào của chất tải lạnh; 4. Tấm chắn;
5,9. Ống chứa môi chất sôi; 6. Van xả khí; 8. Mát sàng; 10. Xả chất tải lạnh;
11. Đường chất tải lạnh đi zic-xắc

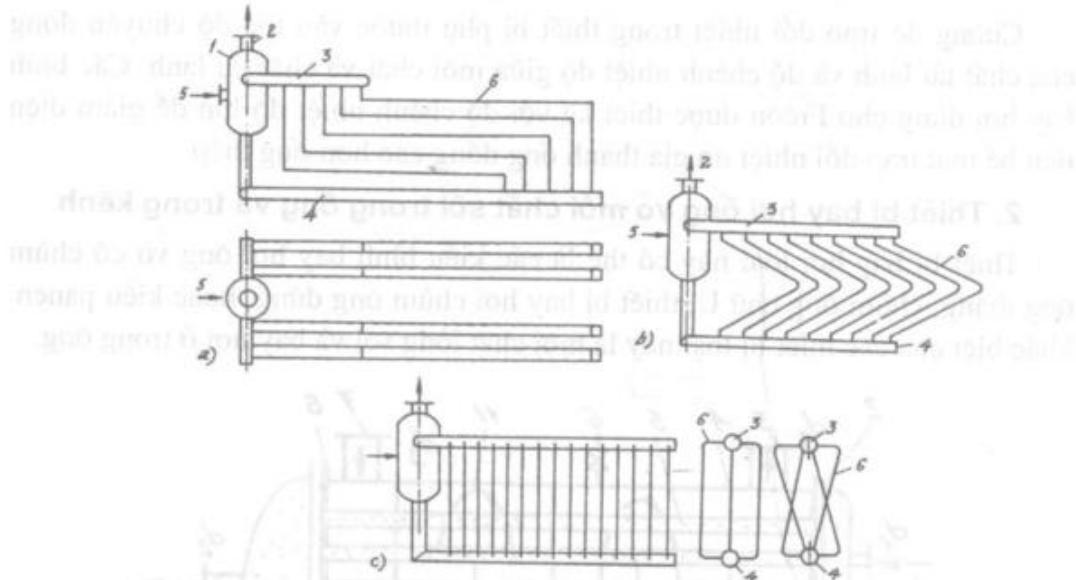
Hình 3.15. Bình bay hơi ống vỏ chùm ống thẳng môi chất sôi trong ống

Thiết bị bay hơi môi chất sôi trong ống được sử dụng nhiều trong hệ thống làm lạnh chất tải lạnh lỏng tuân hoán kín, đặc biệt, khi làm lạnh nước trong điều hòa không khí vì nó loại trừ được sự cố đóng băng nước trong ống gây nổ ống.

Để tăng tốc độ và chiều dài đường đi của chất tải lạnh đi trong thiết bị, người ta đặt trong bình các tấm ngăn vuông góc với ống dẫn môi chất.

Thiết bị bay hơi ống vỏ chùm ống chữ U môi chất sôi trong ống có chùm ống uốn thành hình chữ U, và như vậy, bình chỉ có một mặt sàng, với môi chất Frêôn các ống trao đổi nhiệt cũng thường có cánh phía môi chất.

Ưu điểm cơ bản của các bình bay hơi có môi chất sôi trong ống là lượng môi chất giảm đi từ 2 đến 3 lần, do đó giảm chi phí đầu tư, nhất là khi sử dụng môi chất là Frêôn.



- a. Dàn chữ L mặt chiếu đứng và bằng; b. Dàn xương cá;
 c. Dàn ống đứng với các cách bố trí ống đứng khác nhau;
 1. Bình tách lỏng; 2. Hơi về máy nén; 3. Ống gốp hơi;
 4. Ống gốp lỏng; 5. Lỏng từ van tiết lưu đến; 6. Ống bay hơi

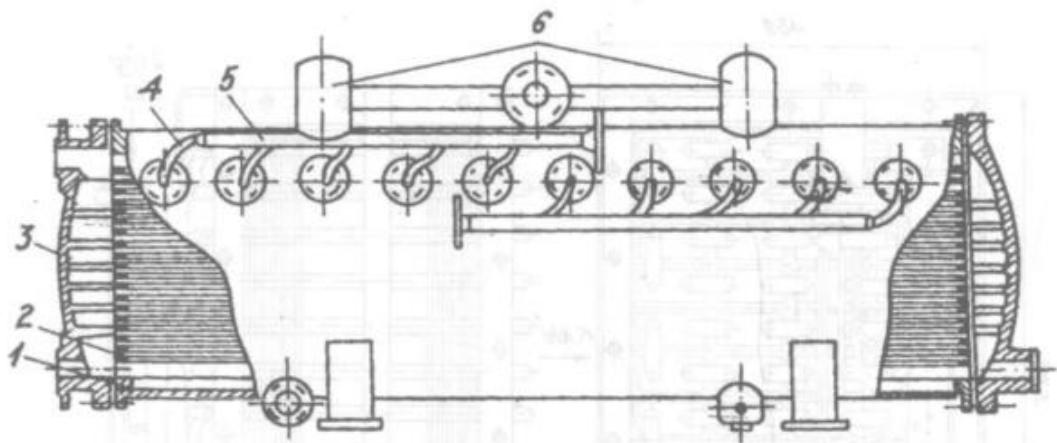
Hình 3.16. Dàn bay hơi kiểu ống đứng

Ngoài thiết bị ống vỏ có môi chất sôi trong ống, để làm lạnh chất tải lạnh lỏng trong các chu trình tuần hoàn hở, người ta còn sử dụng thiết bị bay hơi dạng chùm ống đứng, thiết bị này rất hay gặp trong làm lạnh các bể nước muối. Chùm ống có nhiều dạng, có thể có dạng chùm ống xoắn hoặc dạng xương cá, thiết bị dạng này đơn giản, dễ chế tạo, sửa chữa, bảo dưỡng và làm việc khá hiệu quả.

Dạng khác của thiết bị có môi chất sôi trong ống là thiết bị bay hơi kiểu panen, có kết cấu gồm nhiều tấm panen đặt trong bể nước muối, Nước muối lưu động qua bề mặt các panen nhờ quạt khuấy còn môi chất đi trong các kênh của panen. Thiết bị bay hơi kiểu panen có khả năng giảm sự ăn mòn và rò rỉ tốt.

3. Thiết bị bay hơi kiểu tưới

Cấu tạo thiết bị bay hơi kiểu tưới gần giống như thiết bị bay hơi ống vỏ kiểu ngập, cũng có vỏ hình trụ nằm ngang, bên trong là các chùm ống thẳng dẫn chất tải lạnh, nhưng môi chất lạnh không cấp từ dưới lên mà cấp từ trên xuống.



1. Thân bình; 2. Nắp có vách phân dòng;
3. Mắt sàng chùm ống; 4. Ống phun mờ;
5. Ống dẫn mờ; 6. Bao hơi

Hình 3.17. Bình bay hơi ống vỏ kiểu tưới

Môi chất lỏng được đưa vào bình qua các ống phun lỏng nằm ngang theo thân bình. Môi chất lỏng sẽ chảy trên bề mặt ống và nhận nhiệt của chất tải lạnh, quá trình sôi của môi chất diễn ra mạnh hơn trong thiết bị kiểu ngập do hệ số truyền nhiệt khi sôi trong màng chảy lớn hơn.

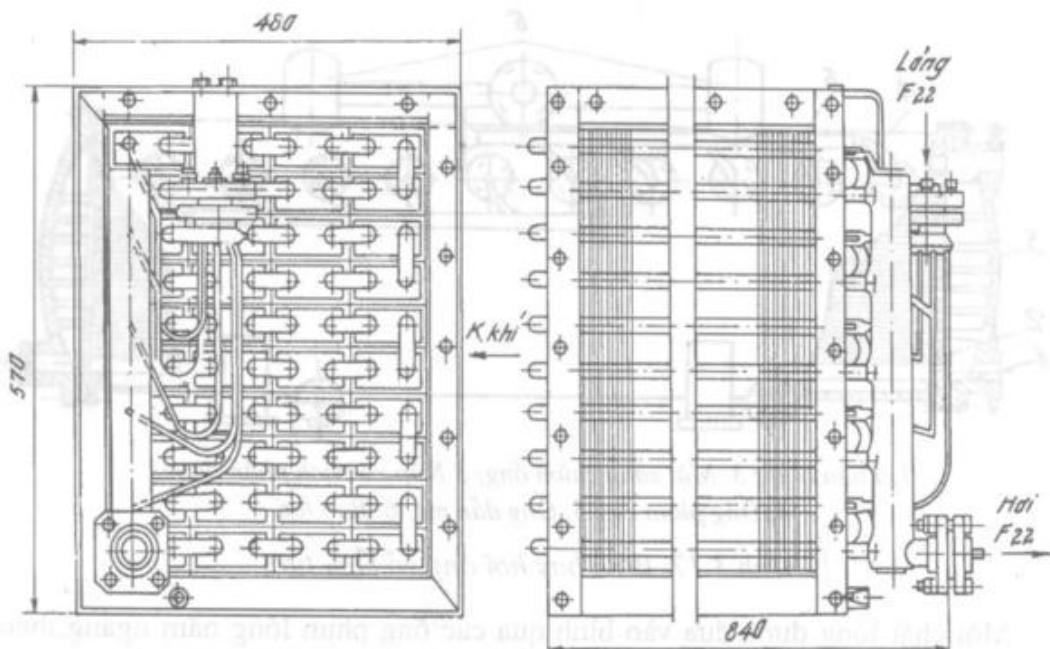
Chất tải lạnh được đưa vào từ ống trên nắp phía đầu bình, cũng tương tự như trong thiết bị kiểu ngập, chất tải lạnh cũng được di vòng nhiều vòng nhờ các vách phân dòng trên nắp đậy mặt sàng.

Thiết bị bay hơi kiểu tưới có ưu điểm là lượng lỏng cấp vào nhỏ nhất, và ảnh hưởng của cột lỏng đến nhiệt độ sôi là không đáng kể.

VIII. THIẾT BỊ BAY HƠI LÀM LẠNH KHÔNG KHÍ

1. Thiết bị bay hơi làm lạnh không khí kiểu khô

Thiết bị này thuộc loại thiết bị trao đổi nhiệt kiểu bể mặt. Không khí lưu động ngoài chum ống có cánh và truyền nhiệt cho môi chất sôi trong ống. Nó còn được gọi là dàn lạnh bay hơi trực tiếp và được sử dụng phổ biến nhất hiện nay. Nếu không khí được làm lạnh do truyền nhiệt cho nước hay chất tải lạnh đi trong ống thì thiết bị được gọi là dàn lạnh không khí gián tiếp. Cả hai loại này thường được chế tạo ở dạng chum ống thẳng hay chum ống xoắn có cánh đặt trong vỏ. Các ống nhẵn thường chỉ được sử dụng khi làm lạnh kết hợp với làm khô không khí như trường hợp các máy hút ẩm.



Hình 3.18. Thiết bị làm lạnh không khí kiểu khô bay hơi trực tiếp

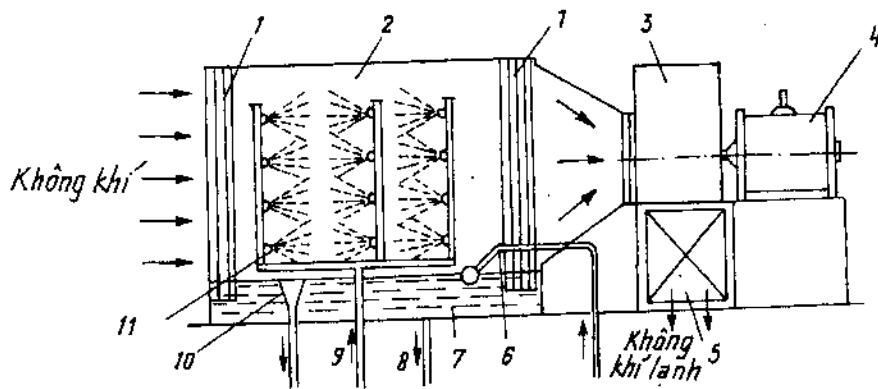
Trong các thiết bị loại này, không khí thường có chuyển động cưỡng bức dưới tác dụng của quạt trong thiết bị để hút không khí tuần hoàn cùng không khí bổ sung (nếu có) rồi đẩy qua dàn lạnh. Không khí lạnh có thể là không khí trong kho lạnh hay trong phòng điều hòa không khí.

Môi chất đi vào dàn lạnh thường được chia thành nhiều nhánh để quá trình phân phối môi chất được đều trên toàn bộ dàn. Hơi tạo thành cũng được đưa về ống góp đặt thẳng đứng, kết cấu như vậy cho phép dầu hơi về máy nén dễ dàng hơn. Không khí được quạt gió đưa ngang theo hướng vuông góc với chùm ống.

Thiết bị làm lạnh không khí kiểu khô bay hơi trực tiếp được dùng rất rộng rãi trong các kho lạnh, các hệ thống điều hoà không khí với các thiết bị xử lý không khí tại chỗ công suất nhỏ. Đó chính là các dàn bay hơi của máy điều hoà.

2. Thiết bị bay hơi kiểu ướt

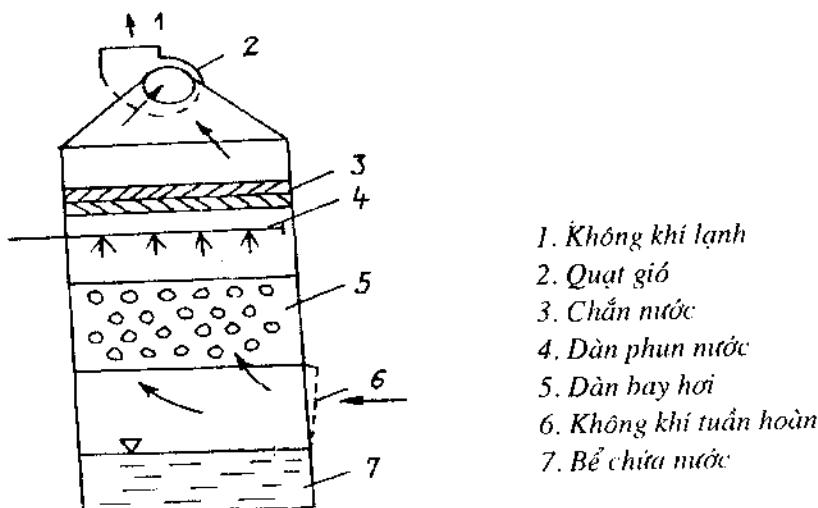
Trong các thiết bị bay hơi làm lạnh không khí kiểu ướt thì không khí được làm lạnh nhờ tiếp xúc trực tiếp với nước hoặc nước muối lạnh phun ra từ các vòi phun hoặc các lỗ tưới nước.



1. Máng chấn nước; 2. Buồng phun; 3. Quạt gió; 4. Động cơ; 5. Cửa gió lạnh;
6. Van phao đường nước bổ sung; 7. Đầu nước; 8. ống xả đầu; 9. ống dẫn nước lạnh;
10. ống xả tràn; 11. Vòi phun nước

Hình 3.19. Thiết bị làm lạnh không khí kiểu ướt

Thiết bị loại này được sử dụng rộng rãi trong điều hoà không khí khi yêu cầu cả làm lạnh và điều chỉnh độ ẩm không khí, nhưng nó thường được dùng như là thiết bị điều chỉnh độ ẩm bên cạnh thiết bị kiểu khô hoạt động thường xuyên. Ưu điểm cơ bản của nó là có thể thực hiện quá trình trao đổi nhiệt ở độ bình nhiệt độ nhỏ giữa không khí và chất tải lạnh, do đó có khả năng tăng hiệu quả làm lạnh cũng như hạ nhiệt độ không khí xuống thấp hơn và thay đổi được độ ẩm của không khí theo yêu cầu.



1. Không khí lạnh
2. Quạt gió
3. Chấn nước
4. Dàn phun nước
5. Dàn bay hơi
6. Không khí tuần hoàn
7. Bể chứa nước

Hình 3. 20. Thiết bị bay hơi kiểu hỗn hợp

3. Thiết bị bay hơi kiểu hỗn hợp

Trong thiết bị làm lạnh không khí kiểu hỗn hợp, không khí được làm lạnh nhờ có chất tải lạnh phun trực tiếp vào luồng không khí, đồng thời nhờ cả sự trao đổi nhiệt với chất tải lạnh đi trong ống của bộ trao đổi nhiệt kiểu bể mặt. Thiết bị có cả bộ phận phun nước (hay nước muối lạnh) và dàn làm lạnh.

Không khí trong phòng vào thiết bị qua cửa gió, tiếp xúc với dàn làm lạnh khô, truyền nhiệt cho môi chất sôi trong ống hay cho chất tải lạnh, nhiệt độ hạ xuống rồi lại được làm lạnh tiếp nhờ tiếp xúc trực tiếp với nước lạnh được phun ra từ ống phun. Hạt nước bay theo không khí được tẩm chấn giữ lại, chỉ còn không khí thổi vào trong phòng.

Nguyên lý làm việc của thiết bị này giống với thiết bị ngưng tụ kiểu bay hơi nhưng ở đây không khí được làm lạnh còn môi chất bay hơi trong ống.

Thiết bị loại này cũng hay được dùng trong điều hoà không khí khi yêu cầu điều chỉnh cả nhiệt độ và độ ẩm và thường được bố trí nằm ngang, nó cũng thường được lắp đặt cùng với dàn gia nhiệt bằng nước nóng hay điện trở nhiệt để điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm.

Câu hỏi

1. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của bình ngưng ống vỏ nằm ngang.
2. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của bình ngưng ống vỏ thẳng đứng.
3. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của thiết bị ngưng tụ kiểu phần tử và kiểu lồng ống.
4. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của thiết bị ngưng tụ kiểu panen.
5. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của thiết bị ngưng tụ kiểu tươi.
6. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của thiết bị ngưng tụ kiểu bay hơi.
7. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của thiết bị ngưng tụ làm mát bằng không khí.
8. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của thiết bị bay hơi làm lạnh chất lỏng.
9. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của thiết bị bay hơi làm lạnh không khí.

Chương 4

MỘT SỐ THIẾT BỊ PHỤ CỦA HỆ THỐNG LẠNH

Mục tiêu

- Biết được công dụng và vị trí lắp đặt của các thiết bị phụ trong hệ thống lạnh. Tính chọn được các thiết bị phụ có công suất và tính năng phù hợp với yêu cầu của hệ thống lạnh.
- Tra cứu nhanh, chính xác số liệu trong các bảng biểu, đồ thị.
- Đánh giá được ưu nhược điểm của các thiết bị đang được ứng dụng trong một hệ thống lạnh cụ thể, hiệu quả làm việc của chúng.

Nội dung tóm tắt

- I. Bình tách dầu.Bình chứa dầu.
- II. Bình chứa môi chất.
- III. Bình tách lỏng.
- IV. Bình trung gian.
- V. Thiết bị quá lạnh.Thiết bị hồi nhiệt.
- VI. Thiết bị tách khí không ngưng.
- VII. Phin sấy, phin lọc.
- VIII. Bơm và quạt dùng trong hệ thống lạnh.
- IX. Van khoá, van chặn.Van tiết lưu.Clapê và van một chiều. Van đảo chiều.
- X. Áp kế dùng trong kỹ thuật lạnh.
- XI. Đường ống dẫn môi chất và chất tải lạnh.
- XII. Tháp giải nhiệt.

Thiết bị phụ của hệ thống lạnh bao gồm bình tách dầu, bình chứa dầu, các loại bình chứa môi chất lạnh như bình chứa cao áp, hạ áp, thu hồi... thiết bị hồi nhiệt, bình tách lỏng, phin lọc, phin sấy, thiết bị xả khí không ngưng, bơm, quạt, van, đường ống...

Cùng với 4 thiết bị chính (máy nén, thiết bị ngưng tụ, thiết bị bay hơi, van tiết lưu) các thiết bị phụ trong hệ thống giúp cho hệ thống lạnh, trong từng

trường hợp ứng dụng cụ thể, làm việc với độ tin cậy cao hơn, an toàn hơn và kinh tế hơn.

Một hệ thống lạnh không nhất thiết phải có tất cả các thiết bị phụ nêu trên, tùy theo môi chất sử dụng và chế độ vận hành mà có thể có hoặc không có một số các thiết bị phụ đó.

I. BÌNH TÁCH DẦU

Máy nén cần có dầu bôi trơn để bôi trơn các bề mặt ma sát, trong đó có bề mặt xylanh và sec màng. Khi máy nén làm việc, luôn có một lượng dầu bị cuốn theo hơi nén vào đường đẩy rồi vào bình ngưng và đọng lại, tạo ra nhiệt trở trên bề mặt trao đổi nhiệt của thiết bị trao đổi nhiệt làm giảm hiệu suất của máy lạnh, đặc biệt với loại môi chất không hoà tan dầu như amôniắc.

Để tránh hiện tượng trên, người ta bố trí bình tách dầu lắp trên đường hơi nén từ máy nén đến bình ngưng.

Bình tách dầu có nhiệm vụ tách dầu cuốn theo hơi nén, không cho dầu đi vào dàn ngưng mà quay trở lại máy nén hoặc bình gom dầu.

Trong hệ thống có đường ống đẩy từ máy nén đến dàn ngưng tụ lớn, bình tách dầu vừa có vai trò giảm xung, tiêu âm, vừa tránh ngưng tụ lỏng trên đường ống khi máy nén dừng.

Cách hồi dầu về máy nén: Có thể xác định kỳ dầu về máy nén khi mức dầu trong máy nén hạ xuống dưới mức yêu cầu, hoặc bố trí cơ cấu tự động hồi dầu (ví dụ van phao). Nếu mỗi máy nén có một bình tách dầu có thể sử dụng van phao ngay trong bình tách dầu. Khi dầu trong bình tách dầu dâng lên, van phao mở để dầu phun trở lại máy nén nhờ hiệu áp suất giữa bình tách dầu và cacte máy nén. Trong trường hợp nhiều máy nén chung một bình tách dầu thì phải bố trí van phao phía máy nén để khi máy nén thiếu dầu van phao sẽ mở cho dầu hồi về máy nén.

Để tránh đưa dầu có nhiệt độ quá cao ($>60^{\circ}\text{C}$) về máy nén, cần phải bố trí van điện tử trên đường hồi và thermostat kiểm tra nhiệt độ dầu. Thermostat chỉ mở van điện tử cho dầu hồi về khi nhiệt độ dầu dưới mức cho phép.

Lắp đặt bình tách dầu ở vị trí nối giữa máy nén và bình ngưng tụ, gần với máy nén.

Bình tách dầu luôn đặt đứng và vuông góc với đường đẩy. Tuỳ theo thiết kế, đường hồi dầu có thể nằm trên hoặc phía dưới bình. Đường ống hồi dầu có thể có đường kính 6, 10 hoặc 12mm, là ống đồng, nối raccio.

Loại có phao khi lắp đặt cần đổ dầu vào vào bình để thử độ kín của van phao (thường khoảng gần 1 lit). Nếu van phao không kín, khí nén liên tục xì về cacte làm giảm năng suất lạnh của máy nén. Ngoài ra còn cần phải đổ dầu để hiệu chỉnh mức làm việc của van phao.

Nếu máy nén không có mắt dầu nên bố trí mắt kính quan sát dầu trên đường hồi. Trường hợp dầu quá nhiều trong cacte, dầu sẽ bốc mạnh và van phao liên tục mở để hồi dầu. Nếu có kính trên đường hồi, có thể phát hiện và xả bớt dầu khỏi hệ thống vì để van phao mở liên tục sẽ có tổn thất năng suất lạnh cho máy nén.

Một bình tách dầu chỉ nên lắp tối đa cho 3 máy nén.

Tính chọn bình tách dầu:

Trường hợp một máy nén một bình tách dầu:

$$d_{td} \geq d_{vx}$$

$$Q_{0td} \geq Q_{0MN}$$

d_{td} - Đường kính ống nối vào bình tách dầu. (mm)

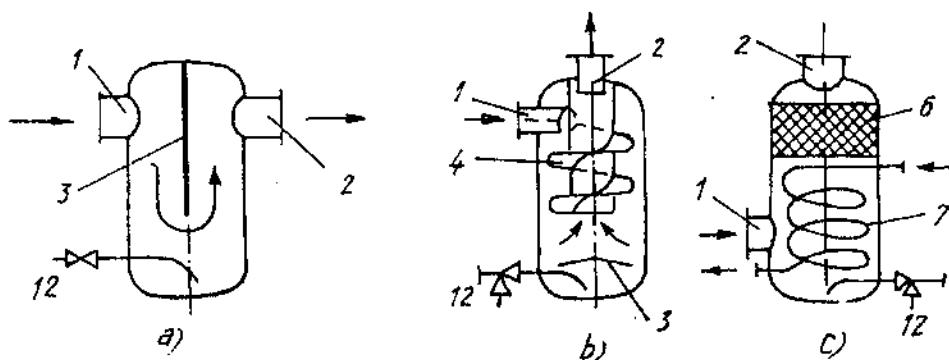
d_{vx} - Đường kính van xả máy nén. (mm)

Q_{0td} - Năng suất lạnh của bình tách dầu. (kW)

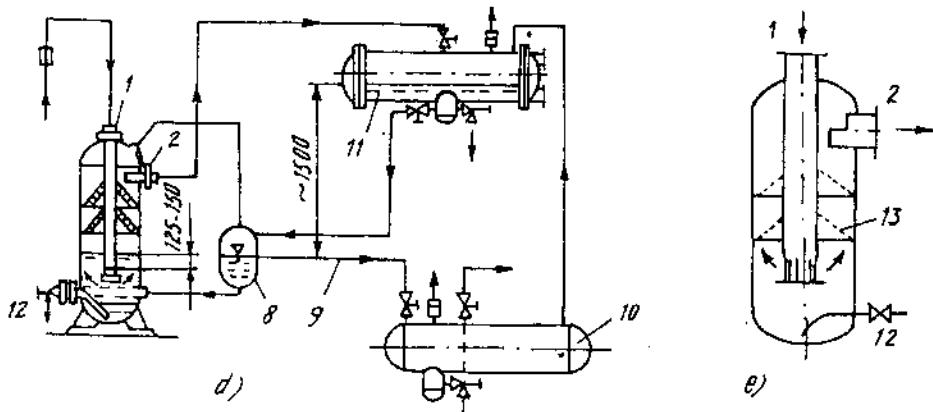
Q_{0MN} - Năng suất lạnh của máy nén. (kW)

1. Bình tách dầu kiểu đổi hướng

Nguyên tắc làm việc là giảm tốc độ dòng hơi từ 18 đến 25m/s xuống 0,5 đến 1m/s, ngoài ra để tăng hiệu quả tách dầu người ta còn áp dụng biện pháp thay đổi hướng chuyển động bằng cách bố trí các tấm chắn vuông góc với dòng chảy để các bụi dầu mất động năng, tích tụ lại và chảy xuống đáy bình.



a. Kiểu tấm chắn đổi hướng; b. Kiểu zyclon; c. Kiểu khói đệm và làm mát bằng nước



d. Kiểu rửa hơi trong amoniắc lỏng; e. Kiểu nón chấn.

1. Cửa hơi vào; 2. Cửa hơi ra; 3. Tâm chấn; 4. Tâm dẫn hướng; 5. Tâm chặn luồng hơi;
6. Khối đệm; 7. Ống xoắn làm mát bằng nước; 8. Bình giữ mức lỏng; 9. Ống chảy tràn;
10. Bình chứa; 11. Bình ngưng; 12. Lối dầu ra; 13. Nón chấn

Hình 4.1. Một số kiểu bình tách dầu với nguyên lý làm việc khác nhau

Bình tách dầu được sử dụng chủ yếu cho các hệ thống lạnh có môi chất không hoà tan dầu, nhưng đôi khi vẫn gặp trong các hệ thống dùng R22 và cả R12. Hiệu suất của loại này thường khoảng 40 đến 60%. Hơi dầu và những bụi dầu nhỏ không thể tách ra được ở những thiết bị này.

2. Bình tách dầu kiểu xoắn

Còn gọi là bình tách dầu kiểu cyclon, hơi môi chất cao áp có lẫn dầu được dẫn vào từ phía trên của bình, theo các cánh dẫn hướng có dạng cyclon xoáy với tốc độ cao, do tỷ trọng của dầu và hơi môi chất khác nhau, dầu nặng hơn sẽ bị văng ra phía ngoài, chảy theo thành bình và đọng xuống đáy bình, sau đó được xả ra ngoài theo đường xả dầu.

Hơi môi chất đã được tách dầu đi theo ống nằm ở giữa bình và đi về thiết bị ngưng tụ (hình).

3. Bình tách dầu kiểu làm mát bằng nước

Nguyên lý làm việc dựa trên khả năng tách các hạt dầu ra khỏi hơi môi chất ở nhiệt độ thấp do độ nhớt của dầu tăng lên.

Để hạ nhiệt độ của hơi môi chất cao áp, người ta bố trí đường ống xoắn ruột gà có nước làm mát đặt bên trong bình. Hơi môi chất cao áp sẽ trao đổi nhiệt với nước làm mát, ở nhiệt độ thấp (khoảng 50°C đến 60°C) các hạt dầu sẽ

tách ra khỏi luồng hơi và đọng lại ở đáy bình, sau đó được xả ra ngoài. Phía cuối đường hơi ra, người ta bố trí khối đệm để chặn những hạt dầu còn sót lại.

4. Rửa dầu trong NH₃ lỏng

Nguyên lý làm việc dựa trên khả năng hấp thụ dầu của môi chất lỏng.

Hơi cao áp được sục qua một lớp môi chất lỏng có chiều cao cố định được đưa về từ bình ngưng tụ, mức lỏng trong bình tách dầu được khống chế nhờ bình giữ mức lỏng, khi vào lớp môi chất lỏng, do khối lượng riêng của dầu lớn hơn của môi chất nên dầu sẽ lắng xuống bình tách dầu và được xả định kỳ ra ngoài, hơi môi chất thoát lên phía trên bề mặt lỏng và đi vào bình ngưng tụ. Phía cuối đường hơi cũng bố trí các tấm chắn để giữ lại những hạt dầu bay theo hơi.

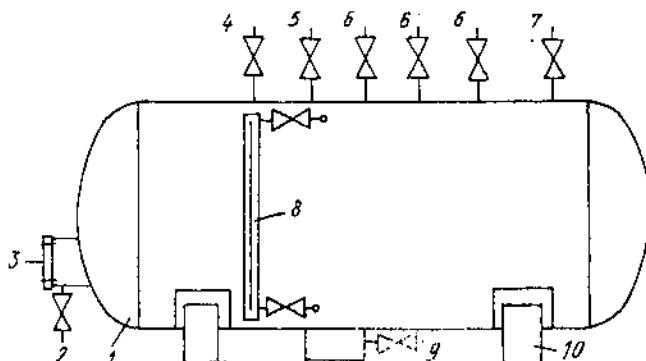
Vị trí lắp đặt của bình phải đảm bảo cho mức lỏng trong bình tách dầu thấp hơn mức lỏng của bình ngưng tụ khoảng 1,5m

Thiết bị này rất hiệu quả cho những loại môi chất có khả năng hòa tan dầu tốt như amôniắc.

II. BÌNH CHÚA DẦU

1. Công dụng và vị trí lắp đặt

Bình chứa dầu dùng để gom dầu từ các thiết bị như bình tách dầu, bầu dầu của bình ngưng, bình chứa, bình bay hơi, bình tách lỏng... để giảm tổn thất và giảm nguy hiểm khi xả dầu từ áp suất cao.



1. Thân bình; 2. Ống lấy dầu; 3. Bộ lọc dầu; 4. Đường nối về ống hút; 5. Đường nối về máy nén; 6. Đường nối dầu vào; 7. Áp kế; 8. Bộ chỉ mức (ống thủy); 9. Xả cặn; 10. Chân bình

Hình 4.2. Bình chứa dầu hình trụ nằm ngang

Vị trí lắp đặt bình chứa dầu thường có độ cao không lớn để dễ quan sát và thao tác khi xả dầu, có trường hợp bình chứa dầu được đặt bên ngoài gian máy. Nó cũng được đặt thấp hơn các thiết bị khác để quá trình hồi dầu được dễ dàng.

2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Bình chứa dầu thường có cấu tạo hình trụ nằm ngang hoặc đặt đứng, trên thân bình có các đường ống nối với đường hút của máy nén, đường nối với các đáy xả dầu của các thiết bị, đường nối áp kế và đường xả cặn.

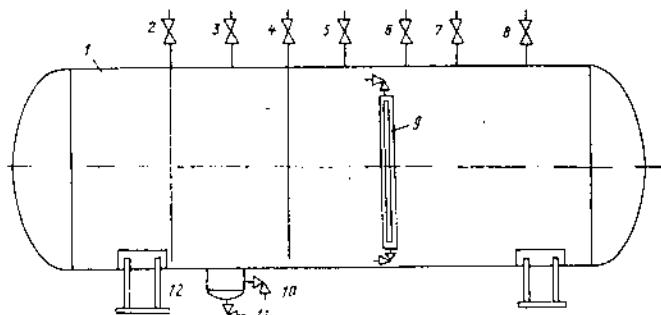
Để lấy dầu ra khỏi bình người ta lắp đường xả dầu có van chặn, phía trước van là bộ lọc dầu. Khi mở van nối đường hút, áp suất trong bình giảm xuống, môi chất lạnh được thu hồi. Khi áp suất dư giảm xuống gần 0 (bằng áp suất khí quyển) là có thể mở van xả để xả dầu ra khỏi bình. Cần chú ý khi xả dầu tắt cả các van khác đều phải đóng.

Dầu từ các thiết bị chảy về bình chứa dầu nhờ chênh lệch áp suất.

III. BÌNH CHỨA

1. Bình chứa cao áp

Nhiệm vụ của bình chứa cao áp là để chứa lỏng đã ngưng tụ và giải phóng bê mặt trao đổi nhiệt của thiết bị ngưng tụ, ngoài ra nó còn có nhiệm vụ cấp lỏng liên tục cho van tiết lưu.



1. Thân bình; 2. Ống lỏng; 3. Ống xả khí không ngưng; 4. Ống hồi lỏng từ hộ xả khí;
5. Cân bằng hơi; 6. Áp kế; 7. Nối van an toàn; 8. Lỏng vào; 9. Ống thủy,
10. Xả dầu; 11. Xả cặn; 12. Chân

Hình 4.3. Bình chứa cao áp

Bình chứa cao áp thường được đặt dưới bình ngưng. Có kết cấu hình trụ đặt nằm ngang (hoặc đặt đứng nếu hệ thống có công suất nhỏ). Trên thân bình có

đường ống dẫn môi chất lỏng từ bình ngưng tụ đến, đường cân bằng áp lực hơi với bình ngưng tụ, đường nối với bộ tách khí không ngưng, đường nối với áp kế, van an toàn, bộ chỉ thị mức lỏng. Ngoài ra còn đường xả dầu, xả cặn.

Thể tích của bình trong hệ thống được tính chọn theo các yêu cầu sau:

- Khi vận hành, mức lỏng chiếm 50% thể tích bình.
- Với hệ thống cấp lỏng từ trên xuống (thiết bị bay hơi kiểu khô), bình phải chứa được 30% toàn bộ thể tích thiết bị bay hơi.
- Với hệ thống cấp lỏng từ dưới lên (thiết bị bay hơi kiểu ngập lỏng), bình phải chứa được 60% toàn bộ thể tích thiết bị bay hơi.

Để an toàn người ta thiết kế bình có thể tích gấp 1,2 lần giá trị tính toán.

2. Bình chứa tuần hoàn

Bình chứa tuần hoàn dùng để chứa lỏng ở áp suất bay hơi trong các hệ thống lạnh lớn có bơm tuần hoàn môi chất lạnh lỏng cho các thiết bị bay hơi.

Bình chứa tuần hoàn có cấu tạo hình trụ đặt đứng. Trên thân bình có đường ống dẫn môi chất từ tiết lưu đến, đường dẫn lỏng từ đáy bình đến bơm tuần hoàn, đường hỗn hợp hơi và lỏng từ các thiết bị bay hơi quay lại bình và đường hơi hút về máy nén nằm trên đỉnh bình.

Bình chứa tuần hoàn đồng thời là bình tách lỏng. Bình phải có khả năng chứa 30% thể tích thiết bị bay hơi đối với hệ thống có thiết bị bay hơi kiểu khô, 60% với thiết bị bay hơi kiểu ngập lỏng và 50% đối với thiết bị bay hơi là các dàn lạnh không khí.

Bình chứa tuần hoàn làm việc ở áp suất thấp và nhiệt độ thấp nên phải được bọc cách nhiệt.

3. Bình chứa thu hồi

Bình chứa thu hồi dùng để chứa môi chất lỏng từ các dàn bay hơi khi phá băng bằng hơi nóng. Bình có thể là hình trụ nằm ngang hoặc thẳng đứng. Bình có các đường nối với các dàn bay hơi ở vị trí xả lỏng khi cấp hơi nóng phá băng và có đường nối với hơi nén để ép lỏng trở lại bình chứa cao áp hoặc trạm tiết lưu.

Bình chứa thu hồi cần có dung tích có thể chứa được thể tích của dàn lạnh lớn nhất, với hệ số chứa 80%, hay thể tích của dàn lạnh lớn nhất bằng 80% thể tích bình.

4. Bình chứa dự phòng

Bình chứa dự phòng được sử dụng trong các hệ thống lạnh amôniac không có bơm tuân hoán và được lắp dưới bình tách lỏng kiểu hình trụ nằm ngang để chứa môi chất lỏng từ các dàn lạnh phun ra khi phụ tải nhiệt tăng. Khi sử dụng bình dạng đặt đứng thì quá trình tách lỏng sẽ được thực hiện ngay phía trên của bình.

Trên thân bình có các van chặn, các dụng cụ đo kiểm, an toàn.

Khi làm việc bình thường bình chứa dự phòng (và cả bình chứa thu hồi) đều để trống.

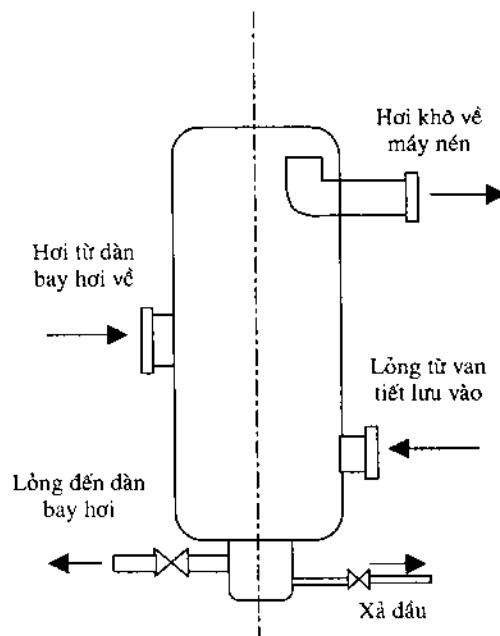
IV. BÌNH TÁCH LỎNG

1. Công dụng và vị trí lắp đặt

Bình tách lỏng có nhiệm vụ tách các giọt chất lỏng khỏi luồng hơi hút về máy nén, tránh cho máy nén không hút phải lỏng gây va đập thuỷ lực làm hư hỏng máy nén, đảm bảo hơi hút về máy nén là hơi bão hòa khô.

Bình được lắp đặt trên đường ống dẫn hơi môi chất từ dàn bay hơi về đường hút của máy nén.

2. Nguyên lý cấu tạo và nguyên lý làm việc



Hình 4.4. Bình tách lỏng

Cấu tạo của bình tách lỏng gồm có thân bình, các đường ống trên thân bình và tấm chắn lỏng. Những bình lớn có ống thuỷ để theo dõi mức lỏng trong bình và đường cân bằng áp suất hơi với dàn lạnh để lỏng chảy về dàn được dễ dàng.

Nguyên lý cơ bản của các bình tách lỏng là khi đổi hướng chuyển động của dòng hơi, do quán tính các hạt lỏng sẽ văng xa hơn, tách khỏi luồng hơi và rơi xuống đáy bình. Khi tách lỏng bao giờ cũng có dầu động lại, nên bình cũng phải có đường xả dầu. Mức lỏng trong bình được khống chế bằng các thiết bị tự động, khi mức lỏng dâng lên quá cao, thiết bị tự động sẽ ngừng máy nén để tránh nguy cơ máy nén hoạt động sẽ hút phải lỏng.

Trong các hệ thống lớn, khi phá băng, bình còn làm thêm nhiệm vụ của bình chứa thu hồi.

Trong các máy lạnh công suất nhỏ, bình tách lỏng có cấu tạo rất đơn giản và thường được gọi là bình tích lỏng (accumulator).

3. Cách chọn

Bình tách lỏng thường đã được chế tạo sẵn theo quy chuẩn, các kích thước của đường ống, chi tiết thiết bị có giá trị phụ thuộc vào công suất của thiết bị, nên việc chọn cỡ thiết bị phù hợp với máy nén được quy ra việc chọn đường kính ống hơi về máy nén phù hợp với đường ống hút của máy nén.

Tốc độ dòng hơi trong đường hút từ $18 \div 20\text{m/s}$ đối với amôniắc và $10 \div 15\text{m/s}$ đối với Frêon.

V. BÌNH TRUNG GIAN

1. Công dụng và vị trí lắp đặt

Bình trung gian được sử dụng trong máy hai hoặc nhiều cấp dùng để làm mát trung gian hơi môi chất sau cấp nén áp thấp và để quá lạnh lỏng môi chất trước khi vào van tiết lưu bằng cách bay hơi một phần môi chất lỏng ở áp suất trung gian. Ngoài ra bình trung gian cũng đóng vai trò như một thiết bị tách lỏng cho hơi hút về máy nén áp cao.

2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của bình trung gian có ống xoắn

Bình trung gian ống xoắn được sử dụng rất rộng rãi trong hệ thống lạnh sử dụng amôniắc.

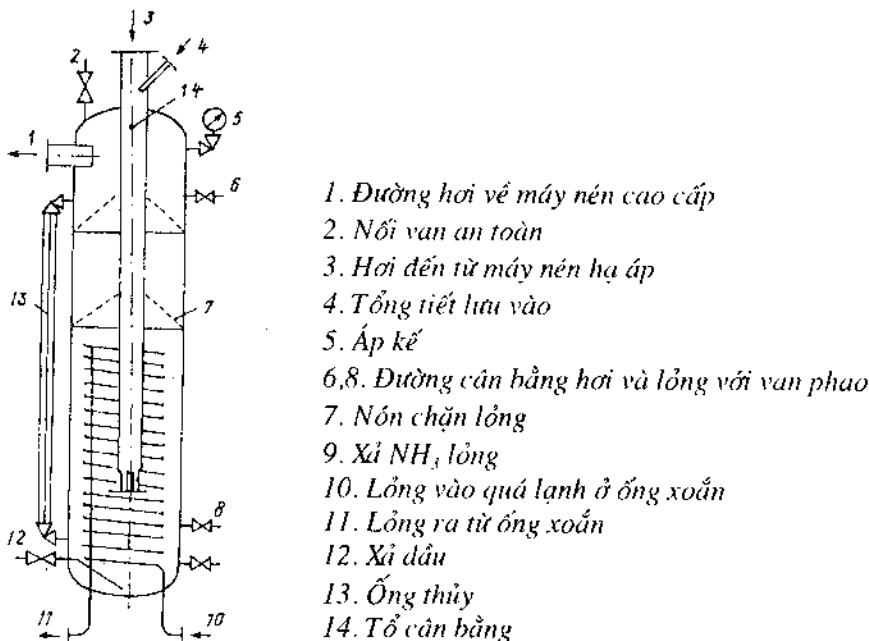
Bình có dạng hình trụ đứng, trên thân bình có các đường ống cho môi chất vào và ra, riêng đường hơi từ máy nén hạ áp và đường lỏng từ tiết lưu phụ đến

được đưa vào hai ống lồng nhau. Trên bình còn có bố trí các thiết bị đo kiểm, an toàn, đáy bình có đường xả lỏng và xả dầu.

Khi vận hành, phần lớn môi chất lỏng từ bình ngưng tụ sẽ đi vào trong ống xoắn và được làm quá lạnh xuống đến gần nhiệt độ trung gian (nhiệt độ sau khi ra khỏi ống xoắn cao hơn nhiệt độ trung gian từ 3 đến 4°C). Sau khi ra khỏi ống xoắn, môi chất lỏng quá lạnh được đưa vào thiết bị tiết lưu.

Phần lỏng từ bình ngưng tụ ra không vào ống xoắn sẽ được đưa vào một van tiết lưu khác để tiết lưu xuống áp suất trung gian rồi đi vào bình trung gian. Một đường ống dẫn hơi khác từ máy nén hạ áp dẫn hơi quá nhiệt xuống dưới mức lỏng của bình, khi đi qua tầng môi chất lỏng sôi (ở áp suất trung gian) hơi quá nhiệt sẽ được làm mát đến nhiệt độ bão hòa và được máy nén cao áp hút về.

Để ngăn không cho các hạt lỏng đi theo hơi về máy nén người ta sử dụng các tấm chắn. Mức lỏng trong bình được duy trì ổn định bằng các thiết bị tự động.



Hình 4.5. Bình trung gian có ống xoắn

Bình trung gian có ống xoắn có ưu điểm là dầu trong hơi nén áp thấp không đi vào tuyến lồng để vào thiết bị bay hơi nên bề mặt thiết bị bay hơi không bị bám dầu.

Bình cũng được chọn theo đường kính ống hút của máy nén cao áp.

3. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của bình trung gian không có ống xoắn

Bình trung gian không có ống xoắn cũng có cấu tạo tương tự như bình có ống xoắn, nhưng không có ống xoắn.

Khác với bình có ống xoắn, toàn bộ lượng môi chất lỏng từ bình ngưng tụ được qua tiết lưu phụ xuống áp suất trung gian và đưa vào bình trung gian, môi chất lỏng từ bình ra đi vào van tiết lưu để hạ xuống áp suất bay hơi trong thiết bị bay hơi là lỏng nằm trong bình ở trạng thái bão hòa tương ứng áp suất trung gian, vì vậy quá trình quá lạnh trong bình không có ống xoắn là quá trình quá lạnh lỏng hoàn toàn.

VI. THIẾT BỊ QUÁ LẠNH

1. Công dụng và vị trí lắp đặt

Thiết bị quá lạnh lỏng được sử dụng để làm quá lạnh lỏng amôniắc xuống thấp hơn nhiệt độ ngưng tụ trước khi đưa vào van tiết lưu.

Vị trí lắp đặt của thiết bị quá lạnh lỏng là sau thiết bị ngưng tụ.

2. Nguyên lý cấu tạo và nguyên lý làm việc

Thiết bị quá lạnh lỏng là thiết bị trao đổi nhiệt ngược dòng, kiểu lồng ống. Thiết bị gồm nhiều đoạn ống, ống ngoài có kích thước là 57 x 3mm và ống trong là 38 x 3,5mm. Các ống ngoài được nối tiếp với nhau bằng các ống nối thẳng, các ống trong được nối với nhau bằng những đoạn ống cong.

Môi chất lỏng đi vào không gian giữa hai ống từ phía trên xuống, nước làm mát đi trong ống nhỏ từ dưới lên, sau khi tỏa nhiệt cho nước, môi chất lạnh lỏng được làm mát đi ra ở phía dưới thiết bị.

Thiết bị quá lạnh có thể gồm nhiều đơn nguyên ghép song song, với mỗi đơn nguyên gồm nhiều đoạn ống ghép nối tiếp.

Đối với nước ta, do điều kiện khí hậu, không nên sử dụng bình quá lạnh lỏng mà nên tăng diện tích trao đổi nhiệt của thiết bị ngưng tụ.

3. Cách chọn

Dòng nhiệt trong thiết bị quá lạnh lỏng được xác định theo công thức:

$$Q_{ql} = m_t(h_3 - h_2)$$

Trong đó

Q_{ql} : Lượng nhiệt do môi chất lạnh lỏng toả ra. (W)

m_r : Lưu lượng môi chất lỏng qua thiết bị. (kg/s)

$h_{3,3}$: Entanpi của môi chất lạnh lỏng khi vào và ra khỏi thiết bị quá lạnh. (kcal/kg)

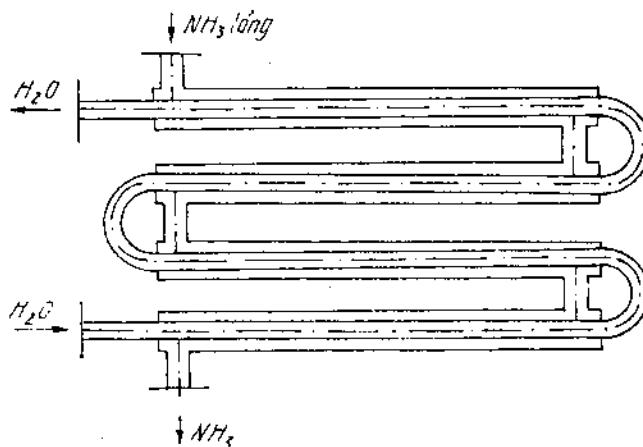
Người ta chọn thiết bị quá lạnh theo diện tích trao đổi nhiệt cần thiết

$$F_{ql} = \frac{Q_{ql}}{k_{ql} \Delta t_{ql}} \text{ m}^2.$$

Trong đó:

k_{ql} : Hệ số truyền nhiệt của thiết bị. ($k_{ql} = 600-700 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Δt_{ql} : Hiệu nhiệt độ trung bình giữa môi chất và nước làm mát.



Hình 4.6. Thiết bị trao đổi nhiệt ngược dòng kiểu ống ống
dùng để quá lạnh lỏng

VII. THIẾT BỊ HỒI NHIỆT

1. Công dụng và vị trí lắp đặt

Thiết bị hồi nhiệt dùng để quá lạnh lỏng môi chất trước khi vào van tiết lưu bằng hơi môi chất có nhiệt độ thấp từ thiết bị bay hơi đi ra nhằm làm tăng hiệu suất lạnh cho chu trình.

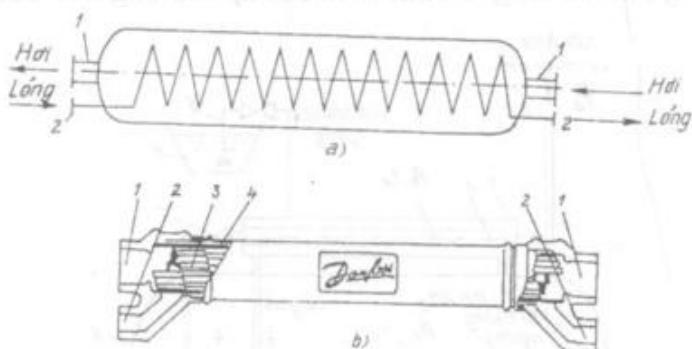
2. Nguyên lý cấu tạo và nguyên lý làm việc

Nguyên lý cấu tạo của thiết bị hồi nhiệt là thiết bị trao đổi nhiệt ngược dòng, gồm vỏ và ống xoắn trao đổi nhiệt bên trong.

Môi chất lỏng đi vào ống xoắn, hơi môi chất có nhiệt độ thấp đi vào khoảng không gian giữa vỏ bình và ống xoắn. Để tăng cường trao đổi nhiệt, trên ống xoắn có bố trí cánh tản nhiệt.

Sau khi trao đổi nhiệt, hơi hút về máy nén sẽ tăng độ quá nhiệt, năng suất khối lượng của máy nén giảm đi do thể tích riêng tăng, nhưng năng suất lạnh tăng do môi chất lỏng được làm quá lạnh.

Thiết bị hồi nhiệt sẽ được sử dụng nếu kết quả tính toán cho thấy năng suất lạnh của hệ thống tăng lên.



a, Nguyên lý cấu tạo; b, thiết bị hồi nhiệt của DANFOSS

1. Hơi vào ra; 2. Lỏng vào ra; 3. Không gian bên trong; 4. Không gian hai vỏ

Hình 4.7. Thiết bị hồi nhiệt

3. Cách chọn

Dòng nhiệt trao đổi trong thiết bị hồi nhiệt được xác định bằng công thức:

$$Q_{hn} = m_r(h_1 - h_1') = m_r(h_3' - h_3)$$

Trong đó:

Q_{hn} : Lượng nhiệt trao đổi trong thiết bị. (W)

m_r : Lưu lượng môi chất tuần hoàn trong hệ thống. (kg/s)

$h_{1,1'}$: Entanpi của hơi môi chất khi vào và ra khỏi thiết bị. (kcal/kg)

$h_{3,3'}$: Entanpi của môi chất lỏng vào và ra khỏi thiết bị (kcal/kg)

VIII. THIẾT BỊ TÁCH KHÍ KHÔNG NGUNG

1. Công dụng và vị trí lắp đặt

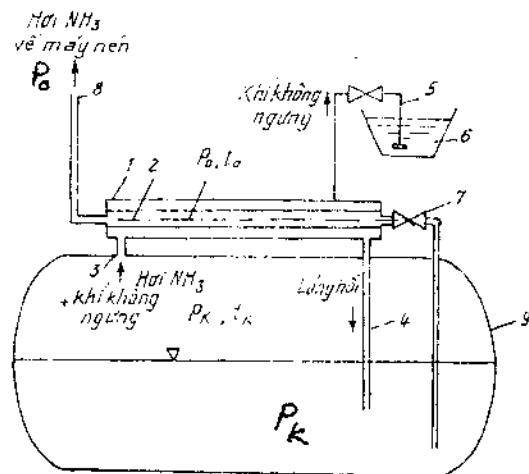
Trong các hệ thống lạnh amôniắc luôn có một lượng khí không ngưng tuần hoàn cùng môi chất lạnh làm giảm hiệu quả trao đổi nhiệt, tăng áp suất ngưng

tụ và tăng nhiệt độ cuối tâm nén. Bình tách khí không ngưng có nhiệm vụ tách lượng khí không ngưng này ra khỏi hệ thống.

Bình tách khí không ngưng thường được lắp phía trên bình chứa cao áp.

2. Nguyên lý cấu tạo và nguyên lý làm việc

Bình tách khí không ngưng có thân bình hình trụ đặt nằm ngang, bên trong có ống trao đổi nhiệt. Trên thân bình có các đường ống nối với phần hơi của bình chứa cao áp, đường lỏng trở về bình chứa cao áp, đường xả khí không ngưng và đường tiết lưu lỏng từ bình chứa cao áp vào ống trao đổi nhiệt.



1. Vỏ; 2. Ống lỏng có áp suất P_0 và nhiệt độ thấp t_0 ; 3. Đường hơi NH_3 và khí không ngưng đi vào; 4. Đường lỏng hối; 5. Đường xả khí không ngưng; 6. Chậu nước; 7. Van tiết lưu; 8. Đường hơi NH_3 về máy nén; 9. Bình chứa

Hình 4.8. Bình tách khí không ngưng

Bình làm việc dựa trên nguyên tắc là khi làm lạnh hơi môi chất có lẫn khí không ngưng ở áp suất ngưng tụ xuống nhiệt độ thấp, hơi môi chất lạnh sẽ ngưng tụ lại, tách ra khỏi hỗn hợp và được thu hồi về bình chứa, còn khí không ngưng sẽ bị thải ra ngoài.

Khi bình không làm việc, áp suất trong ống trao đổi nhiệt xấp xỉ bằng áp suất bên ngoài.

3. Quy trình xả khí không ngưng

Khi có khí không ngưng trong hệ thống, áp suất ngưng tụ sẽ cao hơn mức bình thường (có thể nhận biết bằng cách so sánh giá trị áp suất ngưng tụ thực tế với giá trị áp suất bão hòa ở cùng nhiệt độ).

Thực hiện quá trình xả khí không ngưng, đầu tiên mở van tiết lưu lỏng vào ống trao đổi nhiệt, môi chất lỏng tiết lưu làm ống trao đổi nhiệt lạnh đi, hơi môi chất trong bình sẽ ngưng tụ lại thành lỏng và chảy về bình chứa, còn khí không ngưng ở lại trong bình, tiếp theo, mở van đường xả khí, khí không ngưng sẽ thoát ra ngoài.

Để không cho hơi amôniac thoát ra ngoài môi trường, người ta nhúng chìm đầu xả khí trong nước, hơi amôniac còn lẫn trong hỗn hợp sẽ được nước hấp thụ.

Quy trình vừa nêu là của bình tách khí không ngưng kiểu thủ công, trong một số hệ thống lạnh cũng hay gặp các bình tách khí không ngưng tự động, nhưng nguyên tắc làm việc cũng tương tự.

IX. PHIN SẤY, PHIN LỌC

1. Phin sấy

Phin sấy có nhiệm vụ hút các tạp chất hóa học, đặc biệt là nước và các axít ra khỏi vòng tuần hoàn của môi chất vì chúng có thể làm han rỉ, ăn mòn các chi tiết máy và nước khi đóng băng có thể bị kín đường ống, gây gián đoạn quá trình lưu thông của môi chất lạnh.

Cấu tạo của phin sấy gồm có một vỏ hình trụ, bên trong là chất có khả năng hút ẩm, vật liệu thường dùng là các hạt zêôlit. Để tránh các hạt chống ẩm sau một quá trình làm việc bị rã và lẫn vào môi chất, trong phin sấy bao giờ cũng có lưới lọc.

Các phin sấy thường được bố trí trên đường lỏng trước các van tiết lưu.

2. Phin lọc

Phin lọc có nhiệm vụ loại trừ các cặn bẩn cơ học và các tạp chất khác ra khỏi vòng tuần hoàn của môi chất. Cặn bẩn cơ học có thể là đất cát, rỉ sắt, vảy hàn, kim loại... khi chúng lọt vào xylanh và bể mặt tiếp xúc của các chi tiết chuyển động sẽ phá hoại bể mặt của các chi tiết đó.

Cấu tạo của phin lọc cũng gồm có một vỏ hình trụ, bên trong có các lớp lưới lọc, theo đường đi của môi chất có lớp lưới thô (mắt lớn) và tiếp đến là lớp



Hình 4.9. Phin sấy lọc
cho máy Frêon cỡ
trung bình

lưới mịn. Trong các phin lọc của hệ thống lạnh có công suất lớn, phin lọc có nắp có thể tháo rời để làm sạch lưới phía trong.

Vị trí lắp của phin lọc thường trên đường môi chất lỏng trước tiết lưu.

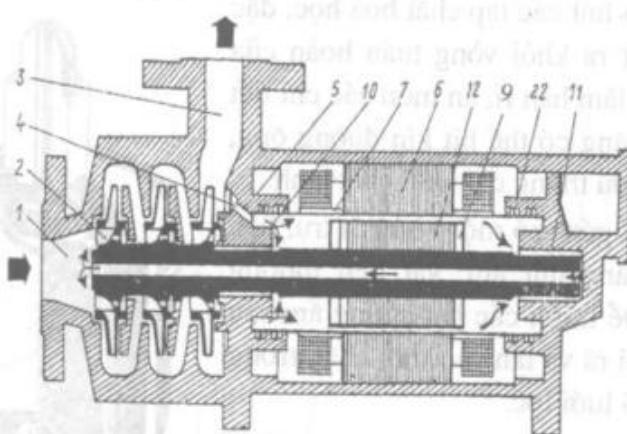
Thực tế, trong các hệ thống lạnh, phin lọc và phin sấy thường được lắp chung trong một vỏ và được gọi là phin lọc sấy.

X. BƠM VÀ QUẠT

1. Bơm

Trong hệ thống lạnh, bơm được dùng cho nhiều mục đích khác nhau.

Bơm môi chất lạnh cho các hệ thống lạnh dùng bơm tuần hoàn cung cấp môi chất lỏng cho các dàn bay hơi. Bơm ly tâm được sử dụng cho mục đích này thường là bơm nhiều cấp và có cấu tạo tương đối đặc biệt do tính chất của môi chất lạnh (hình 4.10).



1. Cửa hút
2. Cảnh
3. Cửa đẩy
4. Kênh cân bằng
5. Thân
6. Stato
7. Màn chắn
8. Cảnh
9. Đệm
10. Ốc trục
11. Khe dẫn
12. Roto

Hình 4.10. Bơm amôniăc

Bơm để tuần hoàn nước hoặc nước muối thường là bơm một cấp do áp suất yêu cầu không lớn, các bộ chèn kín cũng đơn giản hơn.

Các đại lượng cần xác định khi chọn bơm là năng suất, cột áp của bơm và công suất động cơ yêu cầu.

Trong thực tế người ta thường chọn bơm nước giải nhiệt, bơm nước muối và bơm dự phòng cùng chủng loại để nhanh chóng và dễ dàng trong công tác lắp ráp, thay thế, sửa chữa.

Các bơm dự phòng được lắp song song với bơm chính, có các van chặn hai phía để có thể sẵn sàng phục vụ khi cần.

Để làm mát và bôi trơn, đôi khi người ta sử dụng chính môi chất đi qua bơm. Ngoài ra, để tránh cho bơm không bị hỏng hóc do bôi trơn, người ta lắp đặt một rờle kiểm tra việc bôi trơn làm việc theo hiệu áp suất. Hiệu áp suất phải bằng 0,8 áp suất của cột lỏng. Rờle này còn kiểm tra hiệu áp suất giữa đường đẩy và đường hút.

2. Quạt

Quạt sử dụng trong kỹ thuật lạnh có các loại sau

Quạt hướng trục sử dụng cho các dàn lạnh, dàn ngưng tụ, tháp giải nhiệt để đổi lưu lượng bức không khí, quạt có lưu lượng lớn nhưng cột áp thấp, cột áp cao nhất khoảng 500Pa, thường chỉ vài chục Pa.

Quạt ly tâm được sử dụng khi cần cột áp cao hơn, dùng cho các buồng điều không, các dàn lạnh không khí hoặc để tuần hoàn vận chuyển và phân phối không khí, đặc biệt trong các hệ thống điều hòa không khí, cột áp của quạt ly tâm thấp áp khoảng 1.000Pa, loại trung bình là 1 đến 3.000Pa và quạt ly tâm cao áp có thể hơn 3.000Pa.

Quạt ly tâm trực cán, cũng là quạt ly tâm nhưng đường kính rất nhỏ so với chiều ngang, loại quạt này có đặc điểm là độ ôn rất nhỏ nên được sử dụng cho các dàn lạnh đặt trong nhà của các hệ thống điều hòa không khí.

Các đại lượng cần biết khi chọn quạt là năng suất, cột áp và công suất động cơ yêu cầu, chúng cũng có thể được xác định theo đường kính guồng quạt (đối với quạt ly tâm).

XI. VAN KHOÁ, VAN CHẶN

1. Công dụng và vị trí lắp đặt

Nhiệm vụ của van khoá, van chặn là ngăn vòng tuần hoàn của môi chất lạnh, cách ly một hoặc nhiều thiết bị để phục vụ cho công tác sửa chữa, bảo dưỡng thiết bị.

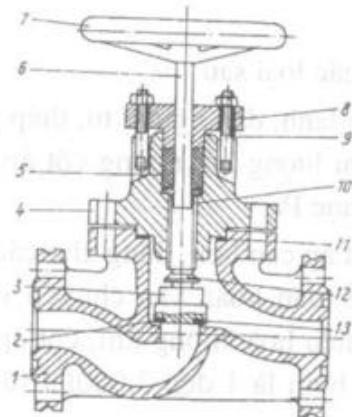
Van khoá, van chặn thường được lắp đặt trước và sau mỗi thiết bị, các thiết bị đo kiểm, máy nén...

2. Nguyên lý cấu tạo và nguyên lý làm việc

Van khoá, van chặn có nhiều dạng khác nhau tùy theo công dụng, chức năng, dòng chảy, môi chất, phương pháp làm kín, vật liệu, phương pháp gia công... nhưng đều có cấu tạo bao gồm các chi tiết chính như đế van, kim van,

tay vặn có ren để điều chỉnh độ mở của van, bộ chèn kín, tất cả được lắp trên thân van.

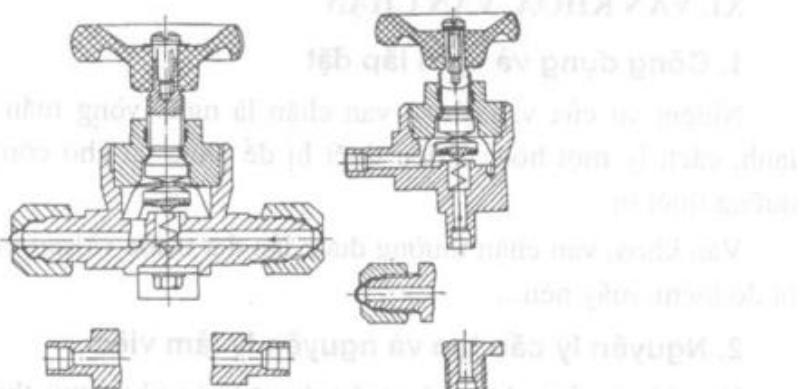
Tùy theo chức năng mà khi hệ thống vận hành, van ở trạng thái đóng hoặc mở. Ví dụ, khi hệ thống vận hành, các van trên vòng tuân hoàn của môi chất ở trạng thái mở, các van xả ở trạng thái đóng...



1. Thân
2. Đế van (đỗ tựa van)
3. Nón van
4. Nắp
5. Đệm kín tì van
6. Ti van
7. Tay van
8. Chèn đệm
9. Bulông
10. Ren của ti van
11. Vòng đệm kín
12. Đệm kín ngược
13. Vòng đệm của nón van

Hình 4.11. Van chặn

Khi đóng van, kim van tì sát vào đế van, hai đầu của van không thông được với nhau, van ngăn không cho môi chất lưu thông qua van. Khi xoay tay van, kim van từ từ rút lên, khe hở giữa kim van và đế van rộng ra, lượng môi chất đi qua van sẽ tăng lên, khi van đã mở hoàn toàn tay van sẽ không quay được nữa do kết cấu của phần nắp đây đã được thiết kế để ngăn chuyển động đi lên của tay van.



Van chặn không đệm kín, làm kín bằng màng, nối ống bằng hàn hoặc cơ cấu lòe

Hình 4.12. Van chặn

Các bộ làm kín của van gồm có gioăng tĩnh ở hai đầu vào và ra của van (nếu van nối với đường ống bằng phương pháp hàn hoặc raccio sẽ không có gioăng), ở các chi tiết ghép bằng bulong, bộ chèn giữa trực quay của tay van với các chi tiết tĩnh trên thân van, vật liệu chế tạo chi tiết chèn kín của van phụ thuộc vào môi chất sử dụng.

3. Các hư hỏng thường gặp và cách khắc phục

Các hư hỏng thường gặp của van là hở bộ phận chèn kín trực quay của tay van, nhiều trường hợp chỉ cần siết chặt nắp đậy là có thể giải quyết được, nếu không phải tiến hành thay mới vật liệu chèn kín. Các mối ghép nối van với đường ống cũng có thể bị rò rỉ, tùy từng trường hợp cụ thể mà có các biện pháp phù hợp.

Khi đã sử dụng lâu dài, van có thể có hiện tượng đóng không kín hoặc mở không hết, các chi tiết cơ khí chuyển động bị chòn, hỏng, van có hiện tượng rạn nứt... nếu không khắc phục được thì phải thay mới.

XII. VAN TIẾT LUU

1. Công dụng và vị trí lắp đặt

Van tiết lưu được dùng để giảm áp suất của môi chất lỏng, cấp cho các thiết bị bay hơi, cho các thiết bị làm lạnh khác như bình tách khí không ngưng, bình trung gian...

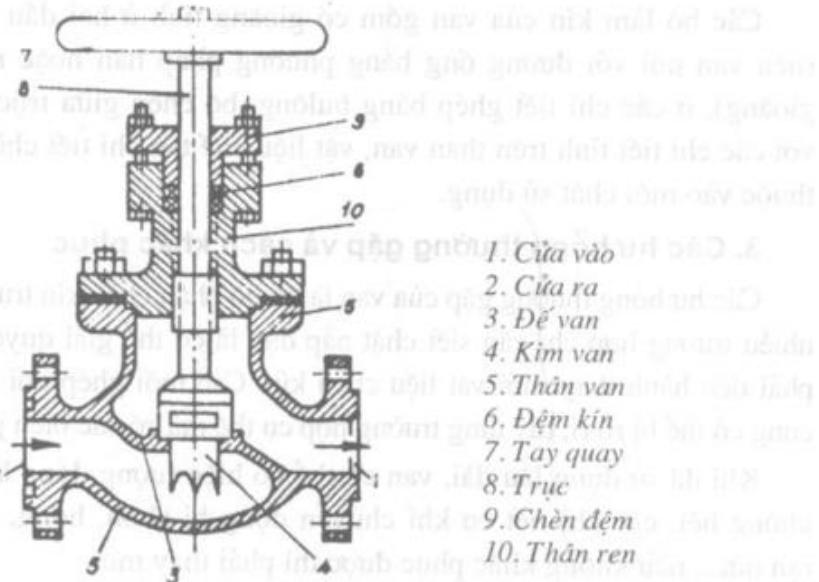
Vị trí lắp đặt của van ở trên đường môi chất lỏng và tuỳ thuộc vào nhiệm vụ của nó.

2. Nguyên lý làm việc của van tiết lưu điều khiển bằng tay

Nguyên lý làm việc của van tiết lưu điều khiển bằng tay tương tự như van chặn. Điểm khác biệt là van tiết lưu có thể điều chỉnh được lưu lượng một cách rất chính xác.

Để tăng độ chính xác khi điều chỉnh, người ta chế tạo ren của tay van là loại ren mịn, và kim van có các kết cấu đặc biệt để dễ dàng điều tiết được tiết diện mở của van.

Kim van khi điều chỉnh không quay theo tay van mà chỉ chuyển động lên xuống trong thân van.



Hình 4.13. Van tiết lưu tay

XIII. CLAPÉ VÀ VAN MỘT CHIỀU

1. Công dụng và vị trí lắp đặt

Van một chiều có công dụng chỉ cho dòng môi chất đi theo một chiều nhất định, không cho đi theo chiều ngược lại.

Van được lắp trên đường nối với các thiết bị mà khi làm việc có chênh lệch áp suất. Ví dụ, van một chiều được lắp trên đường đẩy của máy nén, có nhiệm vụ ngăn không cho dòng môi chất lỏng từ thiết bị ngưng tụ quay trở lại máy nén, hoặc van một chiều lắp trên đường đẩy của bơm... để đề phòng trường hợp máy nén, bơm hỏng đột ngột hay trong trường hợp cần dừng thiết bị để sửa chữa.

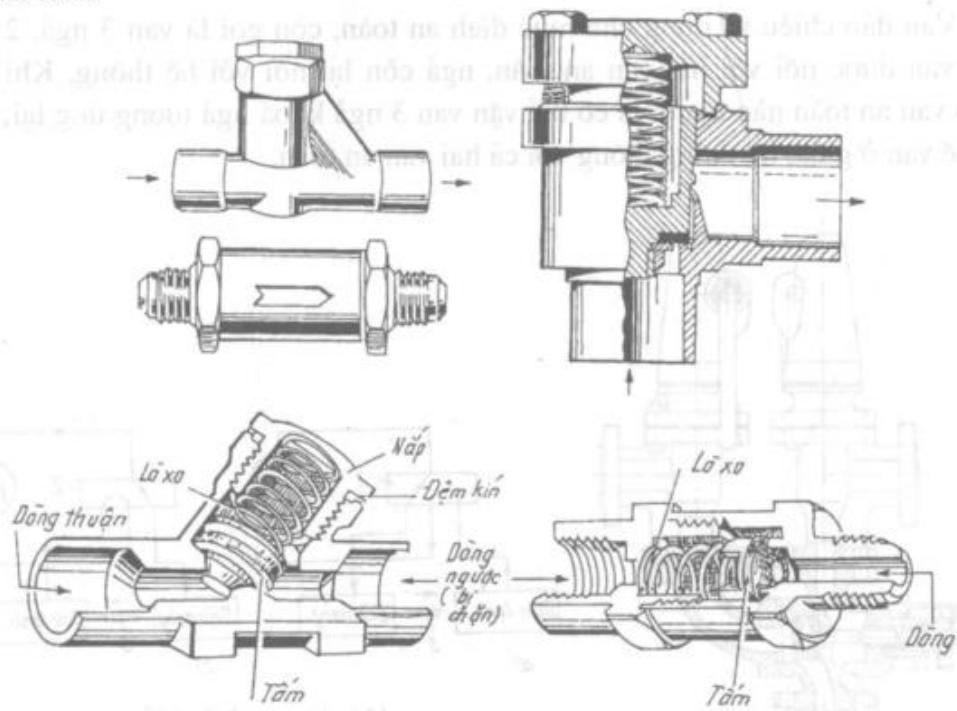
2. Nguyên lý cấu tạo và nguyên lý làm việc

Cấu tạo của van một chiều gồm có thân van có rãnh dẫn hướng để tấm van di chuyển chính xác, tấm van (hoặc cốc van) làm nhiệm vụ đóng mở van, đế van để tấm van ép vào ngăn dòng môi chất đi qua, lò xo (có thể không có) để ép tấm van vào đế van khi độ chênh áp lực theo chiều thuận nhỏ hơn giá trị mở van. Các van một chiều thường không có chi tiết để chỉnh độ chênh áp lực (như tay van hoặc vít chỉnh), các giá trị này thường đã được nhà sản xuất tính toán và chế tạo sẵn.

Van một chiều có cấu tạo dựa trên nguyên tắc chỉ mở khi có độ chênh lệch áp suất ở phía trước và phía sau tấm van (hoặc cốc van), khi độ chênh áp suất nhỏ hơn giá trị đã thiết kế hoặc có chiều ngược lại tấm van sẽ đóng kín ngăn dòng môi chất đi qua.

Độ chênh áp suất cần để mở van phụ thuộc vào nhiệm vụ của van. Đối với những van một chiều có nhiệm vụ ngăn dòng môi chất hồi ngược trở lại thiết bị thì độ chênh áp suất tương đối nhỏ để không làm ảnh hưởng đến sự làm việc của thiết bị.

Đối với những van một chiều chỉ mở khi độ chênh áp suất vượt một giá trị nhất định và trong điều kiện vận hành bình thường nó luôn đóng thì được gọi là van an toàn.



Hình 4.14. Một số loại van một chiều

Van an toàn được bố trí ở những thiết bị có áp suất cao và chứa nhiều môi chất lỏng như máy nén, bình ngưng, bình chứa... để khi áp suất trong thiết bị vượt quá mức quy định thì van an toàn sẽ mở ra xả môi chất về thiết bị có áp suất thấp hoặc xả trực tiếp ra ngoài không khí. Áp suất làm việc của van an toàn thường đã được nhà chế tạo ghi trên thân van.

XIV. VAN ĐẢO CHIỀU

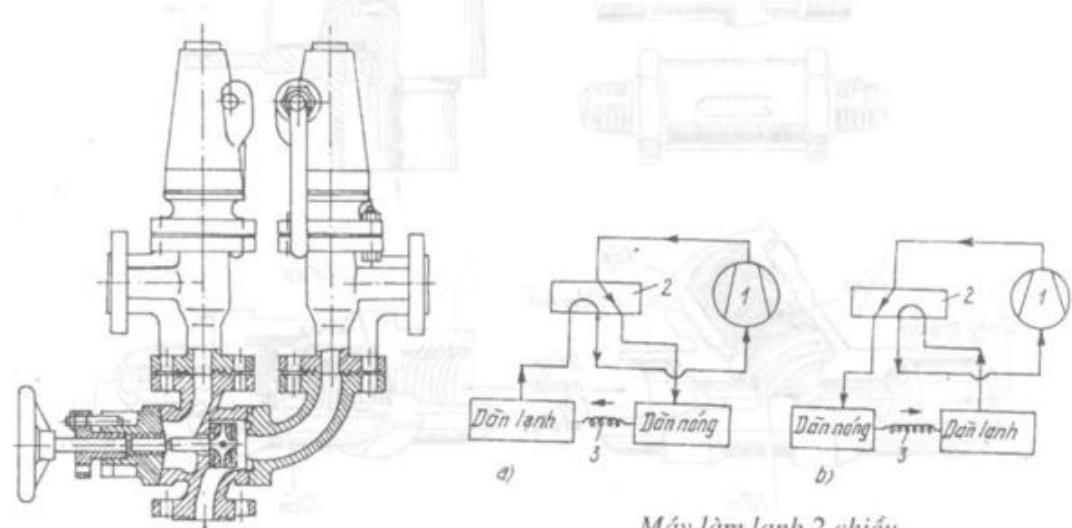
1. Công dụng và vị trí lắp đặt

Van đảo chiều dùng trong kỹ thuật lạnh có hai loại với chức năng khác nhau, đó là van đảo chiều dùng cho van an toàn và van đảo chiều dùng để đảo chiều vòng tuần hoàn của môi chất trong hệ thống, thay đổi chức năng của thiết bị từ làm lạnh thành sưởi ấm.

Tùy theo công dụng mà vị trí lắp đặt van đảo chiều cũng khác nhau. Nếu sử dụng vào mục đích an toàn thì van đảo chiều được lắp trước van an toàn. Nếu dùng vào mục đích đảo chiều thì van được lắp sát máy nén (hình).

2. Nguyên lý cấu tạo và nguyên lý làm việc

Van đảo chiều sử dụng cho mục đích an toàn, còn gọi là van 3 ngả, 2 ngả của van được nối với hai van an toàn, ngả còn lại nối với hệ thống. Khi cần tháo van an toàn nào người ta có thể vặn van 3 ngả khoá ngả tương ứng lại, nếu để để van ở giữa, hệ thống thông với cả hai van an toàn.



Van 3 ngả có 2 van an toàn lắp lên trên

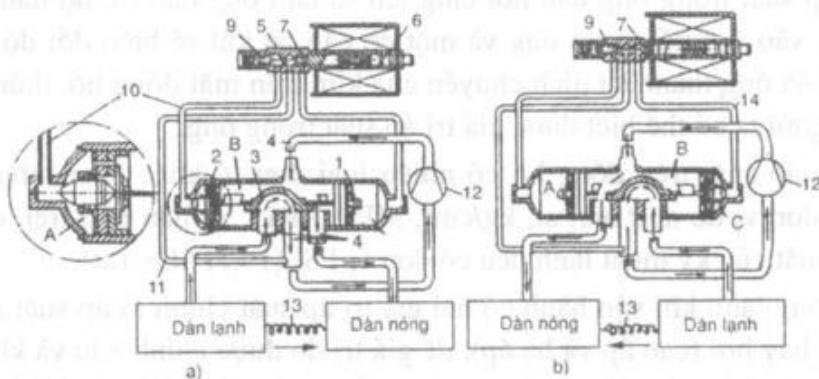
Máy làm lạnh 2 chiều
a. Máy làm lạnh; b. Bơm nhiệt
1. Máy nén; 2. Van đảo chiều; 3. Ống mao

Hình 4.15. Van đảo chiều

Van đảo chiều sử dụng cho mục đích đảo chiều dòng môi chất có cấu tạo gồm hai van, một là van điều khiển có dạng van điện tử, trên thân van có các đường ống nhỏ nối với đường đẩy và đường hút và các đường ống dẫn tín

hiệu áp suất tới van chính, van điều khiển có nhiệm vụ chuyển các tín hiệu áp suất từ hệ thống cho van chính khi được cấp điện. Thứ hai là van chính bên trong có cơ cấu dịch chuyển dòng môi chất, vị trí của cơ cấu này phụ thuộc vào chênh lệch áp suất ở hai mặt của cơ cấu (áp suất này được đưa tới từ van điều khiển). Trên thân van chính có 4 ngả. Một ngả nối với đường nén, một ngả nối với đường hút của máy nén, hai ngả còn lại nối với đầu vào của dàn ngưng tụ và đầu ra của dàn bay hơi (môi chất đi qua van hoàn toàn ở dạng hơi).

Van đảo chiều làm việc khi người ta cấp điện cho cuộn hút và các kim van trong van điều khiển sẽ nối các đường áp suất tới van chính để làm dịch chuyển cơ cấu chuyển dòng trong thân van chính để thay đổi chiều đi của môi chất qua van.



1. Thân van chính (hình trụ); 2. Pittong; 3. Cơ cấu chuyển dòng chảy (đảo chiều)
4. Ống đẩy; 5. Van điện tử điều khiển (van phụ); 6. Lõi sắt di động; 7. Kim van; 8. Lò xo;
9. Kim van thứ 2; 10. Ống nối tín hiệu áp suất điều khiển; 11. Đường nối với ống hút;
12. Máy nén; 13. Ống mao tiết lưu; 14. Ống nối tín hiệu áp suất điều khiển

Hình 4.16. Van đảo chiều 4 ngả tác động gián tiếp

Ở điều kiện bình thường, ngả nối với đường nén của máy nén sẽ thông với đường vào của dàn ngưng tụ. Khi van làm việc ngả nối với đường nén của máy nén sẽ nối với dàn bay hơi, hơi nén sẽ đẩy vào dàn bay hơi và dàn bay hơi sẽ trở thành dàn ngưng tụ.

XV. ÁP KẾ

1. Công dụng và vị trí lắp đặt

Trong hệ thống lạnh, áp kế được dùng để đo và chỉ thị áp suất của môi chất hoặc chất tải lạnh hoặc nước làm mát.

Áp kế được lắp trên đường ống đẩy, hút của máy nén, trên các bình ngưng tụ, bình bay hơi, bình chứa...ngoài ra còn gấp áp kế trên các dụng cụ đo kiểm, nạp môi chất...

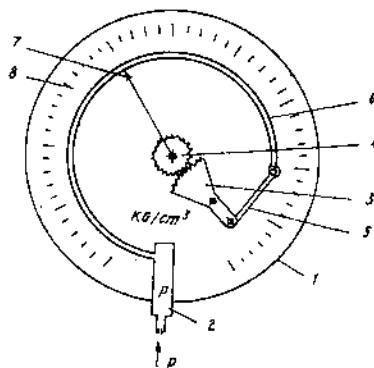
2. Nguyên lý cấu tạo và nguyên lý làm việc

Các áp kế thường có cấu tạo kiểu ống đàn hồi hình cung tròn. Bộ phận chỉ thị là kim chỉ và mặt áp kế có các thang đo áp suất (và có thể có thang đo nhiệt độ). Trong đồng hồ có cơ cấu cơ khí biến chuyển động của đầu ống đàn hồi thành chuyển động quay của kim. Ống đàn hồi được nối với thiết bị hoặc đường ống cần đo áp suất bằng ren có chèn kín. Trên mặt đồng hồ có vít chỉnh kim về vị trí 0.

Khi áp suất trong ống đàn hồi tăng lên sẽ làm ống dãn ra, độ dãn của ống phụ thuộc vào áp suất trong ống và một cơ cấu cơ khí sẽ biến đổi độ dãn xác định của ống thành sự dịch chuyển của kim trên mặt đồng hồ, thông qua vị trí kim, người ta có thể biết được giá trị áp suất trong ống.

Thang áp suất trên đồng hồ có nhiều loại đơn vị khác nhau, thường hay dùng các đơn vị đo như bar, at, kg/cm², MPa, KPa... và hầu như trên các đồng hồ đo áp suất của kỹ thuật lạnh đều có đơn vị PSI ($14,5\text{PSI} \approx 1\text{at}$).

Hệ thống lạnh khi vận hành có hai giá trị áp suất chính là áp suất ngưng tụ và áp suất bay hơi (cao áp và hạ áp), để giá trị đo được chính xác và không ảnh hưởng đến độ bền của đồng hồ, người ta dùng các đồng hồ có giới hạn thang đo khác nhau cho mỗi loại áp suất. Đồng hồ áp suất thấp có thang đo tối 12at và đồng hồ áp suất cao có thang đo tối 35at.



1. Vỏ; 2. Ống nối; 3. Chạc răng cưa; 4. Bánh răng cưa; 5. Thanh nối;
6. Ống lò xo; 7. Kim; 8. Thang chia

Hình 4.17. Nguyên tắc cấu tạo của áp kế

Ngoài thang đo áp suất, trên một số đồng hồ còn có thêm thang đo nhiệt độ bão hòa tương ứng với áp suất. Do với cùng một áp suất bão hòa thì nhiệt độ bão hòa của các môi chất khác nhau cũng khác nhau, nên trên mặt đồng hồ cũng có nhiều thang đo nhiệt độ cho từng loại môi chất. Nhiệt độ cũng được chỉ thị theo $^{\circ}\text{C}$ hoặc $^{\circ}\text{F}$ tùy loại áp kế.

XVI. ĐƯỜNG ỐNG

1. Yêu cầu về đường ống

Đường ống dùng trong kỹ thuật lạnh là ống đồng và ống thép không hàn tuỳ theo loại môi chất sử dụng. Chiều dày ống thường đã được tính toán phù hợp với đường kính ống và áp lực đường ống chịu được thường vượt quá giá trị áp lực làm việc thực tế của hệ thống nhiều lần nên không cần kiểm tra độ bền của ống.

Nếu đường ống lắp đặt cho hệ thống là đường ống đã qua sử dụng hoặc bảo quản trong một thời gian dài thì cần kiểm tra kỹ các hư hại do nén ép, va đập, rỉ sét... khi thấy ống bị biến dạng hay có dấu hiệu nứt vỡ, ăn mòn thì không được sử dụng. Đường ống lắp đặt cho hệ thống phải được làm sạch tạp chất trước khi nạp môi chất.

Các đường ống cần bố trí sao cho có đường đi ngắn nhất. Trên đường dẫn lỏng tránh tạo ra các túi khí và trên đường dẫn khí tránh tạo ra các túi lỏng (trừ túi dầu của máy lạnh frêon). Để dầu hồi về máy nén được dễ dàng thì tốc độ trong ống đứng hướng lên không dưới 8 - 10 m/s, trong ống nằm ngang không dưới 6 m/s.

Đường ống có thể được bố trí phía trên, gắn cố định vào tường hoặc trần, cách bố trí này hay được dùng vì công tác cách nhiệt, sửa chữa và kiểm tra định kỳ thuận tiện hơn.

Nếu không đi trên cao, có thể bố trí đường ống đi trong các khen ngầm hoặc chôn ngầm, nhưng phải chú ý tạo điều kiện cho công tác kiểm tra bảo dưỡng định kỳ.

2. Cách tính chọn đường ống

2.1. Tính chọn đường ống dẫn môi chất

Tính chọn đường ống thực chất là công việc xác định đường kính của ống dẫn cho một hệ thống đã cho. Đường kính ống được lựa chọn trên cơ sở tính

toán tối ưu liên quan tới giá thành đầu tư và chi phí vận hành. Trong thực tế thường chọn đường kính ống theo kinh nghiệm từ các số liệu ban đầu như tốc độ cho phép của môi chất, lưu lượng, khối lượng riêng... hoặc có thể tính toán theo biểu thức

$$d = \sqrt{\frac{4m}{\rho \pi \omega}}; \text{ m}$$

d - Đường kính trong của ống dẫn; m

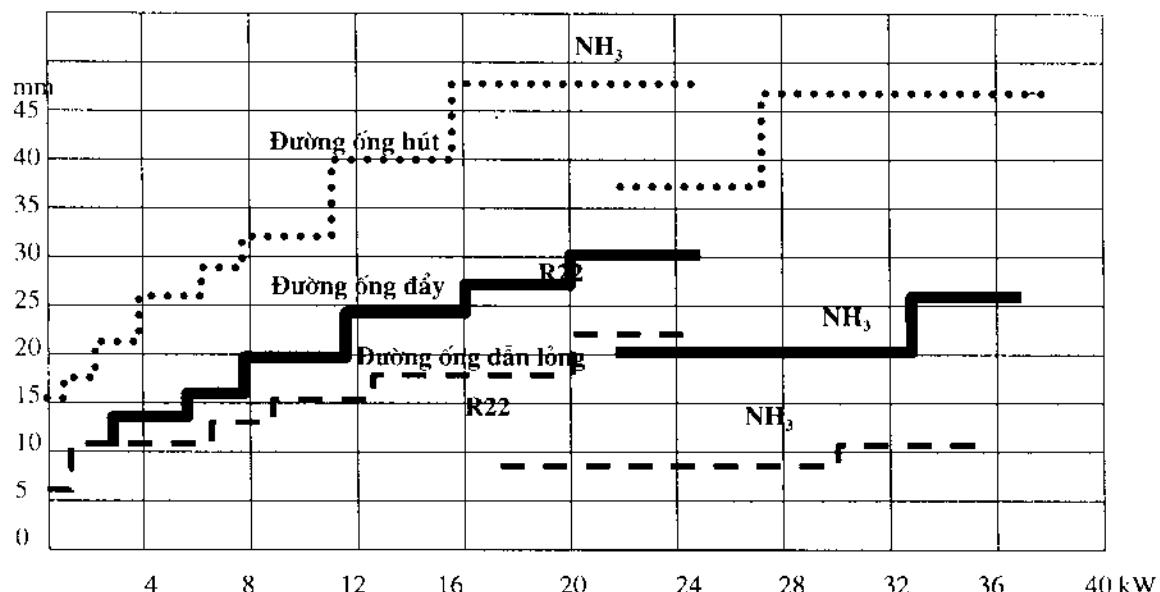
m - Lưu lượng; kg/s

ρ - Khối lượng riêng của môi chất; kg/m³

ω - Tốc độ dòng chảy trong ống; m/s

Bảng 4.1. Bảng tốc độ định hướng của chất lỏng

Trường hợp ứng dụng	$\omega, \text{ m/s}$
Đường hút của máy lạnh nén hơi	NH ₃ 15-20
	R12 5-10
	R22, R502 7-12
Đường dây của máy lạnh nén hơi	NH ₃ 15-25
	R12 7-12
	R22, R502 8-15
Đường dẫn lỏng của máy lạnh nén hơi	NH ₃ 0.5-2
	R12, R22, R502 0.4-1
Nước muối	0.3-1
Nước	0.5-2



Hình 4.18. Đồ thị chọn đường ống theo năng suất lạnh của máy nén

Sau khi đã tính toán được đường ống theo các giá trị đã cho hoặc đã xác định được từ chu trình lạnh cần chọn ống thích hợp theo tiêu chuẩn.

2.2. Tính chọn đường ống dẫn nước và chất tải lạnh

Tính chọn đường ống cho nước và chất tải lạnh cũng tương tự như khi tính cho môi chất, nhưng chú ý ống thép sử dụng cho chất tải lạnh có quy cách khác với ống dẫn môi chất.

Đường kính ống lựa chọn cho hệ thống phải bằng hoặc lớn hơn đường kính ống đã tính toán được.

XVII. THÁP GIẢI NHIỆT

Tháp giải nhiệt, hay còn gọi là tháp làm mát (cooling tower) là thiết bị được dùng không chỉ trong ngành kỹ thuật lạnh do tính kinh tế, hiệu quả và thuận tiện khi sử dụng. Nó đang được thay thế dần cho các dàn làm mát cồng kềnh, kém hiệu quả trong các hệ thống.

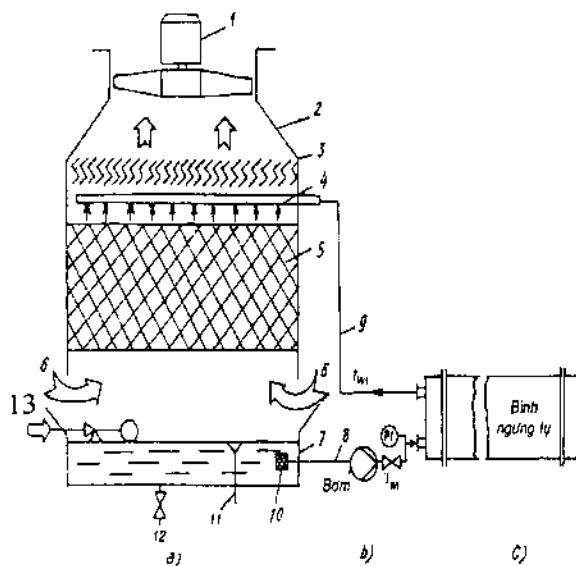
Trong ngành lạnh, một phần nhỏ có tháp giải nhiệt mà quy trình chế tạo thiết bị được tiêu chuẩn và hoàn thiện do giảm được công vận hành chạy thử và hiệu chỉnh hệ thống tại nơi lắp đặt.

Các tháp giải nhiệt dễ chế tạo hàng loạt với nhiều dải công suất, vận chuyển lắp đặt đơn giản, hình thức đẹp. Nhược điểm chủ yếu của tháp giải nhiệt là khi vận hành gây ôn và gây ẩm môi trường xung quanh nên không phải ở đâu cũng sử dụng được.

1. Công dụng và vị trí lắp đặt

Công dụng của tháp giải nhiệt là thải toàn bộ lượng nhiệt do quá trình ngưng tụ của hơi môi chất lạnh trong bình ngưng tụ sinh ra.

Tháp giải nhiệt được lắp đặt trong vòng tuần hoàn của nước làm mát. Theo chiều chuyển động của nước làm mát, tháp ngưng tụ đặt trước bơm tuần hoàn nước làm mát, tiếp đến là bơm nước, sau đó là bình ngưng và cuối cùng quay trở lại tháp ngưng tụ khép kín vòng tuần hoàn.



a. Tháp giải nhiệt; b. Bơm nước tuần hoàn; c. Bình ngưng tụ của máy lạnh

1. Động cơ quạt gió; 2. Vỏ tháp; 3. Chấn bụi nước; 4. Dàn phun nước; 5. Khói đậm;
6. Cửa không khí vào; 7. Bể nước; 8. Đường nước lạnh cấp để làm mát bình ngưng;
9. Đường nước nóng từ bình ngưng ra đưa vào dàn phun để làm mát xuống nhờ không khí đi ngược chiều từ dưới lên; 10. Phin lọc nước; 11. Phễu chảy tràn; 12. Van xả đáy;
13. Đường nước cấp với van phao; Pl. áp kế (pressure indicator)

Hình 4.19. Nguyên lý cấu tạo tháp giải nhiệt

2. Nguyên lý cấu tạo và làm việc

Cấu tạo của tháp giải nhiệt gồm có các chi tiết chính sau:

Vỏ: Có kết cấu là những chi tiết định hình theo dạng khí động học, vật liệu chế tạo là composit và một số loại vật liệu nhựa có gia cường (polyester có gia cường bằng sợi thủy tinh), có khối lượng nhẹ, vững chắc, không bị ăn mòn khi đặt ngoài trời. Trên vỏ lắp đặt các chi tiết còn lại của tháp giải nhiệt.

Khối đệm: Có nhiệm vụ tạo được bề mặt dính ướt lớn, tăng trao đổi nhiệt giữa nước làm mát và không khí. Khối đệm được chế tạo từ những chi tiết rời, thường có dạng băng với cấu trúc đồng nhất hình sóng, có khả năng chia tách dòng nước và giữ nước lại lâu trong khối đệm nhưng tổn thất áp suất không khí khi đi qua nhỏ, dễ dàng chế tạo hàng loạt và lắp đặt đơn giản. Vật liệu chế tạo thường bằng nhựa có ưu điểm là không bị ăn mòn, dễ bảo dưỡng, có khối lượng nhẹ và giá thành thấp.

Quạt gió: Trong tháp giải nhiệt người ta sử dụng cả hai loại quạt gió, quạt hướng trục và ly tâm. Nếu quạt đặt trên đỉnh tháp thì thường là loại quạt ly tâm. Nếu quạt đặt bên dưới tháp thì cần có bộ phân phối gió, nhưng việc kiểm tra bảo dưỡng, sửa chữa dễ dàng hơn. Cánh quạt thường được chế tạo bằng Composit và một số loại vật liệu nhựa có gia cường (polyester có gia cường bằng sợi thủy tinh) để đảm bảo yêu cầu về lưu lượng gió và tiếng ồn. Các cánh quạt có đường kính cánh lớn hơn 1,2m chế tạo bằng hợp kim nhôm. Để giảm tiếng ồn và tăng công suất quạt thường người ta chế tạo quạt có đường kính cánh lớn. Quạt phải là loại chịu nước do thường xuyên phải nằm trong luồng không khí ẩm.

Bộ phân phối nước: Có nhiệm vụ phân phối nước làm mát đều trên toàn bộ khối đệm. Có nhiều dạng kết cấu, nếu tháp hình chữ nhật thì thường dùng loại máng chảy tràn, một dạng khác là bộ phân phối dạng vòi phun, nó cho phép phun nước thành những hạt bụi nhỏ, và do đó khả năng trao đổi nhiệt tăng lên, nhưng dạng này đòi hỏi công suất bơm phải tăng lên và phải có bộ chấn nước hiệu quả. Người ta cũng chế tạo những bộ phân phối nước dạng dàn phun quay, dàn phun dạng này không yêu cầu áp suất lớn nên không cần có bộ chấn nước, nhược điểm là chỉ thích hợp cho các tháp hình trụ.

Nguyên lý làm việc của tháp giải nhiệt là hạ nhiệt độ của nước làm mát bằng cách trao đổi nhiệt với không khí và bay hơi một phần lượng nước có nhiệt độ cao.

Nước nóng từ bình ngưng được phun đều lên khối đệm. Trong khối đệm mà nước sẽ chảy zicz zac với thời gian tương đối lâu mới rơi xuống bể chứa.

Không khí chuyển động cường bức từ dưới lên trên nhờ quạt gió len lỏi qua các khe hở của khói đậm có nước chảy trên bề mặt. Không khí và nước nóng sẽ trao đổi nhiệt và trao đổi chất, một phần nhiệt trong nước thải vào không khí, một phần nước nóng khi bay hơi vào không khí sẽ lấy nhiệt chính từ nước nóng, khả năng bay hơi của nước phụ thuộc vào độ ẩm tương đối của không khí, tốc độ không khí và diện tích bề mặt trao đổi nhiệt.

Trong điều kiện bình thường, lượng nhiệt do nước nóng thải ra chủ yếu do nước bay hơi mang đi, nên khi làm việc cần phải cấp liên tục lượng nước bổ sung cho tháp.

Những địa phương có độ ẩm không khí thấp hoặc vào mùa khô, tháp làm việc sẽ rất hiệu quả do có điều kiện thuận lợi cho nước bay hơi.

3. Tính chọn tháp giải nhiệt

Nếu gọi nhiệt độ của nước vào bình ngưng là t_{w1} nhận nhiệt của môi chất, tăng nhiệt độ lên $4 - 5^{\circ}\text{C}$ (t_{w2}) sau đó được đưa sang tháp giải nhiệt và phun thành những giọt nhỏ. Quá trình trao đổi nhiệt và chất kết thúc, nhiệt độ nước giảm đi $4 - 5^{\circ}\text{C}$ và trở về nhiệt độ ban đầu để tiếp tục đi vào bình ngưng.

Phương trình cân bằng nhiệt có thể viết dưới dạng

$$Q_k = C \cdot \rho \cdot V \cdot (t_{w2} - t_{w1}) = V_k \cdot \rho_k \cdot (h_{k2} - h_{k1})$$

Q_k - Nhiệt lượng thải ở bình ngưng tụ; kW

V - Lưu lượng nước; m^3/s

t_{w1}, t_{w2} - Nhiệt độ nước vào và ra khỏi bình ngưng tụ hay nhiệt độ nước ra và vào tháp giải nhiệt; $^{\circ}\text{C}$

C - Nhiệt dung riêng của nước; kcal/kgK

ρ - Khối lượng riêng của nước; kg/m^3

V_k - Lưu lượng không khí qua tháp giải nhiệt; m^3/s

ρ_k - Khối lượng riêng của không khí; kg/m^3

h_{k1}, h_{k2} - Entanpi của không khí vào và ra khỏi tháp giải nhiệt; kcal/kg KKK

Tổn thất nước giải nhiệt cho tháp không lớn, chỉ bằng $3 - 10\%$ lượng nước tuần hoàn. Tháp cần bổ sung liên tục nước từ tháp nước thành phô bù vào lượng nước bay hơi và tổn thất do bị cuốn theo không khí do quạt gió.

Lưu lượng nước tuần hoàn có thể tính theo biểu thức

$$V = \frac{Q_k}{C \cdot \rho \cdot (t_{w2} - t_{w1})}; \text{ m}^3/\text{s}$$

Nhiệt độ nước ra khỏi tháp giải nhiệt phụ thuộc vào trạng thái không khí (nhiệt độ và độ ẩm), tốc độ không khí, bề mặt trao đổi nhiệt ẩm giữa nước và không khí. Nếu diện tích bề mặt trao đổi nhiệt là vô hạn thì t_{w1} bằng nhiệt độ nhiệt kế ướt t_w . Nhiệt độ nhiệt kế ướt cũng được coi là giới hạn làm mát của tháp giải nhiệt. Trong thực tế, nhiệt độ nước ra khỏi tháp t_{w1} thường cao hơn nhiệt độ nhiệt kế ướt t_w khoảng 3 đến 5°C.

Tỷ số giữa hiệu nhiệt độ thực và hiệu nhiệt độ lý thuyết là hiệu suất của tháp giải nhiệt

$$\eta = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{t_{w2} - t_u}$$

Thực tế hiện nay được sử dụng rộng rãi nhất là tháp giải nhiệt có quạt gió do có hiệu suất lớn nhất.

Bảng 4.2. So sánh hiệu suất một số tháp giải nhiệt

Phương pháp giải nhiệt	Tài nhiệt riêng q_f kW/m ²	Trở lực riêng 10 ³ N.m ³ /m ² .s	Hiệu suất giải nhiệt
Bồn nước phun	2.5-6.5	0.2-0.3	0.35-0.40
Tháp giải nhiệt			
-Phun nước kiểu hở	8.0-20	0.7-1.0	0.45-0.55
-Phun giọt kiểu hở	10-30	0.8-1.4	0.60-0.75
-Có quạt gió	40-50	1.0-2.5	0.75-0.85

Để lựa chọn tháp giải nhiệt phù hợp sau khi đã tính được năng suất tính toán cần thiết của tháp giải nhiệt, cần phải tính đến các yếu tố sau

- Khi chọn tháp giải nhiệt có năng suất nhỏ hơn: Vốn đầu tư nhỏ nhưng máy lạnh sẽ phải làm việc ở điều kiện nặng nề.
- Khi chọn tháp có năng suất lớn hơn: Vốn đầu tư ban đầu tăng nhưng công néng giảm, năng suất lạnh tăng, tiêu tốn điện năng giảm.
- Ngoài ra còn cần phải chú ý đến điều kiện thời tiết nơi đặt tháp, điều kiện về cấp nước ...

Trên tháp giải nhiệt thường có ghi số chỉ năng suất lạnh của tháp, đơn vị là tôn lạnh, khi cần tính năng suất lạnh của máy theo kcal/h phải nhân với 3024, còn khi cần tính năng suất giải nhiệt của tháp theo kcal/h thì nhân với 3900.

Câu hỏi

1. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của bình tách dầu.
2. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của bình chứa dầu.
3. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của các bình chứa môi chất.
4. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của bình tách lỏng.
5. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của bình trung gian.
6. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của thiết bị quá lạnh.
7. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của thiết bị hồi nhiệt.
8. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của thiết bị tách khí không ngưng.
9. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của các loại van chặn.
10. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của các loại van một chiều.
11. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của van tiết lưu tay.
12. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của van đảo chiều.
13. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của bơm và quạt.
14. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của phin sấy và phin lọc.
15. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của các loại van chặn.
16. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của áp kế.
17. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc của tháp giải nhiệt, phạm vi ứng dụng trong kỹ thuật lạnh.

Chương 5

THIẾT BỊ TỰ ĐỘNG VÀ VẬT LIỆU KỸ THUẬT LẠNH

Mục tiêu

- Biết các phương pháp tự động điều khiển, bảo vệ trong hệ thống lạnh, tính chất các vật liệu chế tạo máy và thiết bị lạnh, vật liệu cách nhiệt, hút ẩm, bôi trơn và phạm vi sử dụng trong kỹ thuật lạnh.
- Ứng dụng các phương pháp điều khiển, bảo vệ phù hợp cho những trường hợp cụ thể, chọn được các vật liệu chế tạo máy và thiết bị lạnh, vật liệu cách nhiệt, hút ẩm, bôi trơn đúng yêu cầu.
- Đánh giá được ưu nhược điểm của các cơ cấu tự động điều khiển, bảo vệ đang được ứng dụng trong một hệ thống lạnh cụ thể, hiệu quả làm việc của các vật liệu chế tạo máy và thiết bị lạnh, vật liệu cách nhiệt, hút ẩm, bôi trơn đang sử dụng.

Nội dung tóm tắt

1. Các hệ thống điều chỉnh, bảo vệ tự động. Hệ thống tín hiệu tự động. Hệ thống đo lường tự động. Hệ thống điều khiển tự động
2. Tự động điều khiển máy nén lạnh. Tự động hóa thiết bị ngưng tụ. Tự động hóa thiết bị bay hơi. Bảo vệ tự động hệ thống lạnh
3. Vật liệu chế tạo máy và thiết bị lạnh
4. Vật liệu cách nhiệt
5. Vật liệu hút ẩm
6. Dầu bôi trơn

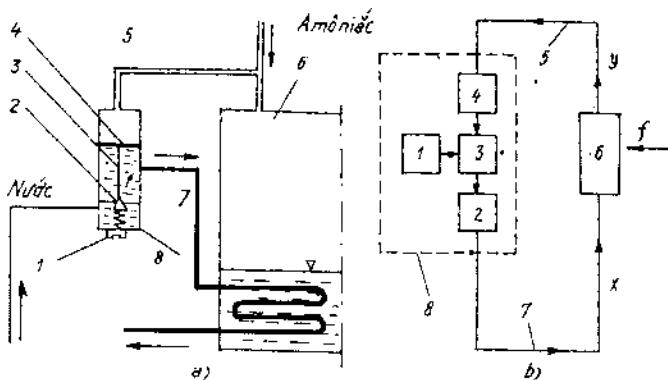
I. ĐẠI CƯƠNG

Đại cương: Hệ thống điều khiển tự động của thiết bị lạnh là tổ hợp các thiết bị điều khiển tự động và đối tượng điều khiển để đảm bảo khả năng vận hành ở chế độ tối ưu hoặc một chế độ cho trước nào đó mà không cần phải có sự tham gia của người vận hành. Các thiết bị tự động bao gồm các thiết bị điều khiển tự

động, các thiết bị đo lường và tín hiệu, các thiết bị điều khiển, các loại van và các phần tử khác.

1. Hệ thống điều chỉnh tự động

Hệ thống điều chỉnh tự động gồm đối tượng điều chỉnh, thiết bị điều chỉnh tự động và các kênh hay ống dẫn liên hệ (Hình 5.1).



1. Vít hiệu chỉnh; 2. Van điều chỉnh; 3. Cân van; 4. Màng cảm biến; 5. Kênh liên hệ ngược; 6. Bình ngưng; 7. Kênh liên hệ thuận; 8. Van điều chỉnh nước

Hình 5.1. Hệ thống điều chỉnh tự động

Để làm thí dụ, chúng ta hãy khảo sát mối quan hệ giữa các phần tử của một hệ thống loại như vậy trình bày trên hình 5.1a, đó là hệ thống điều chỉnh tự động áp suất ngưng tụ.

Đối tượng điều chỉnh là bình ngưng làm mát bằng nước (6), còn đại lượng điều chỉnh (y) là áp suất hơi của môi chất lạnh trong khoang hơi của bình ngưng. Khi vận hành thiết bị lạnh, áp suất này có thể biến động trong một giới hạn rộng dưới tác dụng của những nguyên nhân bên ngoài như sự thay đổi của nhiệt độ nước làm mát, sự biến đổi của lưu lượng và nhiệt độ hơi vào bình ngưng, sự biến động của mức lỏng trong bình ngưng...v.v

Trên hình 5.1b tác dụng tổng hợp của tất cả các yếu tố bên ngoài tới áp suất ngưng tụ được quy ước trình bày bằng đại lượng f_{ng} . Van điều chỉnh nước (8) ở đây đóng vai trò của thiết bị điều chỉnh tự động và được đặt trên đường nước làm mát ở lối vào bình ngưng. Khi áp suất ngưng tụ thay đổi thì van này sẽ điều chỉnh lượng nước vào làm mát bình ngưng. Tác động điều chỉnh (x) này

được truyền tới đối tượng điều chỉnh qua kênh liên hệ thuận (7). Không gian hơi của bình ngưng và không gian phía trên màng (4) của thiết bị điều chỉnh (8) được thông với nhau qua ống (5), do vậy đại lượng điều chỉnh là áp lực hơi (y) trong bình ngưng sẽ tác động lên van điều chỉnh tự động (8) qua kênh liên hệ ngược (5) này.

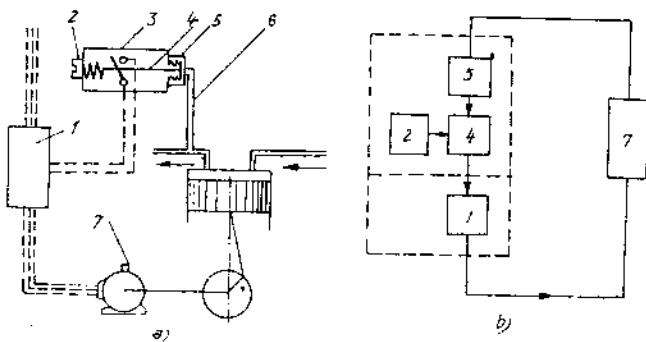
Vít 1 dùng để hiệu chỉnh van điều chỉnh nước theo áp suất ngưng tụ yêu cầu qua thay đổi lực nén của lò xo hiệu chỉnh. Phần tử cảm biến của bộ điều chỉnh là màng 4, nó bị tác động trực tiếp của áp suất ngưng tụ. Như vậy cần van 3 nhận được đồng thời tín hiệu của áp suất ngưng tụ và lực nén của lò xo, người ta gọi cần này là phần tử so sánh của bộ điều chỉnh. Nếu hai tín hiệu tác động này không cân bằng nhau (về trị số) thì sẽ gây nên lực tác động lên cơ quan điều chỉnh 2 để thiết lập vị trí cân bằng mới.

Khi áp lực ngưng tụ tăng thì lực tác dụng lên màng lớn hơn lực của lò xo và cần 3 đi xuống mở to van 2 tăng lưu lượng làm mát vào bình ngưng (trị số x tăng). Như vậy, đại lượng điều chỉnh (y) ở đây là áp suất ngưng tụ sẽ thay đổi (giảm), khi đó giá trị điều chỉnh sẽ khác với giá trị đặt, nhưng sau đó do được làm mát tốt nên áp suất ngưng tụ sẽ giảm đi làm van 2 đóng bớt lại. Các quá trình tăng giảm tương tự sẽ xảy ra cho đến khi lập lại trạng thái cân bằng ban đầu, tức là áp suất ngưng tụ dao động xung quanh giá trị không đổi đã chọn.

Hệ thống điều chỉnh như vừa khảo sát được gọi là hệ thống kín vì đối tượng điều chỉnh và thiết bị điều chỉnh tự động có liên hệ với nhau bằng các kênh liên lạc thuận (7) và ngược (5).

2. Hệ thống bảo vệ tự động

Hệ thống bảo vệ tự động dùng để ngắt (không cho làm việc nữa) đối tượng cần bảo vệ hay các phần tử nào đó khi đại lượng cần khống chế của nó đạt tới giá trị quy định (nguy hiểm hay không mong muốn...). Hệ thống bảo vệ tự động gồm có đối tượng bảo vệ, các thiết bị kiểm tra và điều khiển tự động, các kênh dẫn liên hệ thuận và ngược.



a. Sơ đồ công nghệ hệ thống bảo vệ động cơ điện theo áp suất đầu đẩy; b. Sơ đồ nguyên lý
 1. Khởi động từ; 2. Vịt hiệu chính; 3. Rôle áp suất cao; 4. Cân đẩy;
 5. Xyphông cảm biến; 6. Kênh liên hệ ngược; 7. Động cơ máy nén

Hình 5.2. Hệ thống bảo vệ tự động

Trên sơ đồ hình 5.2 là hệ thống bảo vệ tự động động cơ điện của máy nén theo tín hiệu áp suất đầu đẩy của rôle áp suất cao. Đối tượng bảo vệ ở đây là động cơ 7 của máy nén lạnh, thiết bị kiểm tra tự động rôle áp suất 3, thiết bị điều khiển là khởi động từ 1 còn kênh liên hệ ngược là ống nối đường đẩy 6 của máy nén với phần tử cảm biến 5 của rôle áp suất 3.

Phần tử cảm biến được chế tạo ở dạng hộp xếp (5) để tiếp nhận đại lượng kiểm tra y là áp suất đẩy qua kênh liên hệ ngược 6. Phần tử so sánh 4 trong rôle áp suất cũng là một hệ thống cần truyền động mà khi áp suất đẩy vượt quá giá trị quy định thì nó cho tín hiệu ngắt động cơ máy nén (mở tiếp điểm điều khiển trong rôle áp suất). Cũng như trong các sơ đồ bảo vệ tự động khác, ở đây tín hiệu cũng được xử lý bằng phần tử so sánh và thay đổi đột biến. Công suất ngắt của công tắc rôle phải đủ lớn để điều trực tiếp động cơ điện. Vì thế trong sơ đồ thường phải có bộ khuếch đại tín hiệu điều khiển.

Hệ thống bảo vệ tự động có kênh liên hệ thuận và ngược vừa xét cũng thuộc loại hệ thống tự động hoá kín.

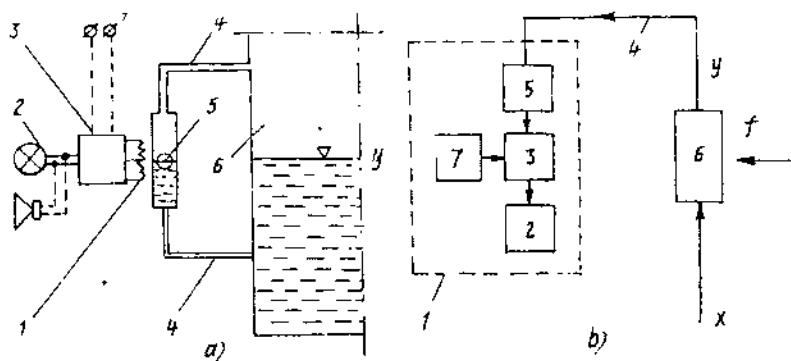
3. Hệ thống tín hiệu tự động

Hệ thống tín hiệu tự động dùng để truyền các tín hiệu âm thanh hay ánh sáng khi đạt tới giá trị kiểm tra (giá trị định trước) của đại lượng quy định. Hệ thống (hình 5.3) gồm đối tượng kiểm tra, thiết bị tín hiệu và kênh liên hệ ngược.

Đó là hệ thống phát tín hiệu tự động khi mức lỏng trong bình chứa cao áp vượt quá trị số cho phép. Ở đây, đối tượng kiểm tra là bình chứa cao áp 6, đại

lượng kiểm tra là mức lỏng y, thiết bị tín hiệu 1 là role mức kiểu phao, còn kênh liên hệ ngược là các đường ống cân bằng hơi và lỏng 4 nối bình chứa với buồng chứa van phao 5.

Mức lỏng trong bình chứa phụ thuộc vào một loạt các yếu tố bên ngoài như số lượng lỏng từ bình ngưng vào bình chứa, số lượng môi chất lỏng từ bình chứa đi vào hệ thống, số lượng môi chất lạnh xả qua van an toàn, qua bình tách khí, do rò rỉ... Thông tin về mức lỏng trong bình chứa (đại lượng y) được truyền theo đường liên hệ ngược vào thiết bị tín hiệu và được so sánh với giá trị đặt. Khi hai giá trị này trùng nhau thì thiết bị tín hiệu phát tín hiệu qua đèn hiệu hoặc còi.



a. Sơ đồ hệ thống tín hiệu tự động báo mức lỏng bình chứa cao cấp; b. Sơ đồ nguyên lý
 1. Role mức lỏng LC (Level Control); 2. Đèn tín hiệu và còi A (Alarm); 3. Hộp điện của role mức lỏng; 4. Đường cân bằng; 5. Phao thép; 6. Bình chứa cao cấp; 7. Nguồn

Hình 5.3. Hệ thống tín hiệu tự động

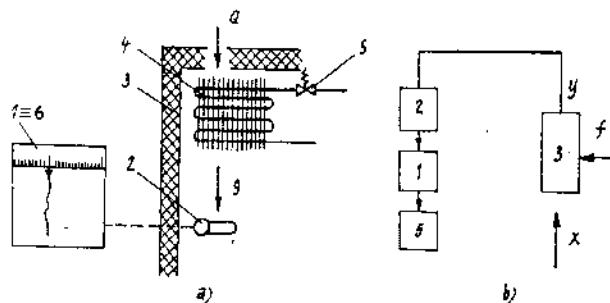
Không có kênh liên hệ thuận trong hệ thống tín hiệu tự động, tuy nhiên cũng có thể tạo nên kênh này nếu theo tín hiệu của hệ thống tín hiệu tự động tác động (mũi tên X) lên bộ điều chỉnh để nó đóng hay điều chỉnh van và khôi phục sự làm việc bình thường của bình chứa.

Trong thí dụ trên không có thiết bị chủ động (như tín hiệu áp lực hơi hay lực lò xo...). Việc đặt mức được thực hiện nhờ đặt buồng chứa phao 5 ở chiều cao nhất định so với bình chứa và không thay đổi. Hệ thống tín hiệu tự động là hệ thống tự động hoá hở.

Phản tử cảm biến là phao bằng thép 5, phản tử so sánh 3 là khối điện của role mức trong đó có bộ khuếch đại tín hiệu và role tín hiệu ra. Các tiếp điểm của role này mắc vào mạng nguồn của còi hoặc đèn tín hiệu.

4. Hệ thống đo lường tự động

Hệ thống đo lường tự động dùng để đo liên tục hay theo chu kỳ các đại lượng kiểm tra và biến đổi nó thành số chỉ của dụng cụ đo lường. Hệ thống đo lường tự động (hình 5.4) gồm đối tượng kiểm soát, thiết bị đo lường và kênh liên hệ ngược. Thí dụ, trong hệ thống đo lường tự động nhiệt độ không khí trong buồng lạnh thì đối tượng kiểm soát là buồng lạnh, đại lượng điều chỉnh là nhiệt độ không khí trong buồng lạnh, bộ cảm biến nhiệt độ là nhiệt kế điện trở đồng hoặc platin, thiết bị đo là cầu điện xoay chiều. Không khí buồng lạnh thực hiện chức năng kênh liên hệ ngược, nhiệt độ buồng lạnh được truyền cho bộ cảm ứng nhiệt độ.



a. Sơ đồ công nghệ hệ thống đo lường tự động nhiệt độ phòng lạnh; b. Sơ đồ nguyên lý
1. Thiết bị đo; 2. Nhiệt kế điện trở; 3. Buồng lạnh;
4. Dàn lạnh nước muối; 5. Van điện từ; 6. Thiết bị tự ghi

Hình 5.4. Hệ thống đo lường tự động

Hệ thống đo lường tự động là hệ thống hở, không có liên hệ thuận giữa thiết bị đo và đối tượng kiểm tra.

Trong sơ đồ này, cơ quan điều chỉnh có thể là van chặn đặt ở đầu vào của dàn nước muối phòng lạnh. Nếu nhiệt độ không khí buồng lạnh theo số chỉ của thiết bị đo thấp hơn yêu cầu thì người vận hành dùng tay đóng van hoặc nhờ cầu điều khiển từ xa. Khi nhiệt độ tăng đến giới hạn cho phép thì trên cơ sở số chỉ của dụng cụ đo, người công nhân lại làm thao tác mở van ra. Khi nhiệt độ không khí trong buồng được điều chỉnh tự động thì hệ thống đo lường tự động sẽ được dùng để kiểm tra liên tục và ghi lại chế độ nhiệt độ trong buồng.

5. Hệ thống điều khiển tự động

Hệ thống điều khiển tự động dùng để đóng ngắt theo trình tự thời gian yêu cầu hoặc theo những tín hiệu quy định của đối tượng điều chỉnh hay những

phản tử riêng của nó. Hệ thống điều khiển tự động gồm đối tượng điều khiển, thí dụ, thiết bị máy nén và tổ hợp các thiết bị điều khiển tự động.

Hệ thống điều khiển tự động có thể được nối liền với hệ thống bảo vệ và tín hiệu tự động để đảm bảo vận hành an toàn hệ thống lạnh ở chế độ làm việc tự động.

Trong các sơ đồ tự động hoá thiết bị lạnh, người ta thường sử dụng những ký hiệu quy ước biểu thị các thiết bị đo, thiết bị điều chỉnh và tín hiệu, các bộ cảm biến và các cơ cấu phụ.

Các dụng cụ tự động thường được biểu thị bằng vòng tròn, ô vuông hay chữ nhật có ngăn đồi theo chiều đứng. Trên vạch ngang ghi ký hiệu các đại lượng cần đo hay kiểm tra như: nhiệt độ (T), hiệu nhiệt độ (ΔT), áp suất (p), hiệu áp suất (Δp), dòng (F), mức (L). Dưới vạch ngang ghi ký hiệu quy ước chức năng các dụng cụ tự động như: chỉ thị (I), tự ghi (R), ký hiệu (A), bảo vệ, khống chế (C), vị trí (DV).

II. TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN MÁY NÉN LẠNH

Hệ thống tự động hoá máy nén lạnh bao gồm hệ thống điều khiển tự động, hệ thống bảo vệ và tín hiệu tự động. Trong phạm vi giáo trình này chúng ta chỉ tìm hiểu hai phương pháp chính điều chỉnh tự động máy nén lạnh là phương pháp điều chỉnh liên tục và phương pháp điều chỉnh gián đoạn.

1. Điều khiển liên tục

Phương pháp điều chỉnh liên tục công suất lạnh của máy nén thường được sử dụng trong các máy nén lạnh công suất lớn và trung bình bằng cách thay đổi số vòng quay của động cơ hay của máy nén hoặc khi dùng cơ cấu nâng van hút kiểu điện từ. Cũng có thể thay đổi công suất lạnh của máy nén một cách liên tục nhờ van xả tắt (bypass) hơi nén sang đường hút hoặc dùng van tiết lưu đặt trên đầu nút.

1.1. Thay đổi tốc độ quay của thiết bị dẫn động máy nén

Theo cách này, có thể thay đổi tốc độ của động cơ dẫn động máy nén hay thay đổi tỷ số truyền khi dẫn động máy nén bằng dây đai (dây courroii). Phương pháp này làm thay đổi từ từ và liên tục số vòng quay của máy nén, do đó cũng làm thay đổi liên tục công suất lạnh, vì như ta biết, công suất lạnh của máy nén tỷ lệ với số vòng quay của nó.

Để thay đổi tốc độ quay của động cơ điện ta phải thay đổi tần số hay điện áp của nguồn điện. Trong các động cơ điện một chiều, tốc độ quay được thay

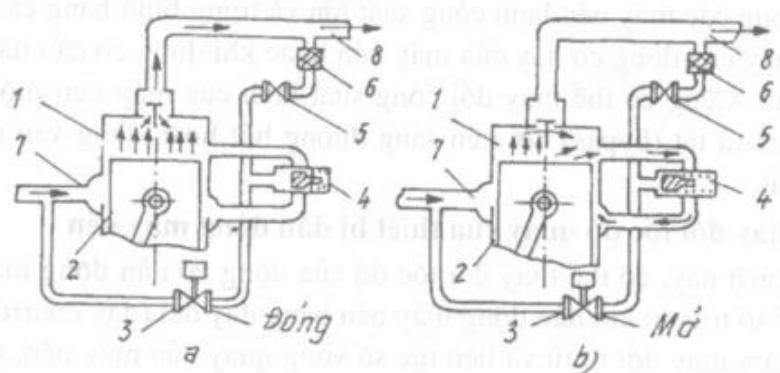
đổi do điều chỉnh điện áp. Một khó khăn làm cho phương pháp này ít được áp dụng là phải tạo ra được một nguồn điện một chiều có công suất đủ lớn để cung cấp cho động cơ dẫn động máy nén. Trong các động cơ không đồng bộ có rôto ngắn mạch thì tốc độ quay của nó cũng được điều chỉnh bằng bộ điều chỉnh điện áp hoặc tần số dòng điện, tuy nhiên khoảng điều chỉnh của nó không rộng. Để điều chỉnh tốc độ quay của động cơ nói chung cũng khó khăn và tốn kém, nhất là với những hệ thống lớn.

Khi truyền động máy nén qua dây đai, người ta không điều chỉnh tốc độ quay của động cơ mà thay đổi tốc độ quay của máy nén do thay đổi tỷ số truyền bằng cách thay đổi liên tục vị trí của dây đai trên trục côn (đường kính thay đổi). Phương pháp này đơn giản, dễ áp dụng, song gây tổn thất do ma sát.

Tính kinh tế của các phương pháp này phụ thuộc vào mức độ giảm hiệu suất động cơ khi giảm số vòng quay của nó và việc giảm hiệu suất truyền động khi truyền động bằng dây đai.

1.2. Sử dụng van tiết lưu hơi hút hoặc van xả tắt hơi đẩy về đầu hút

Thay đổi áp lực hơi hút thông qua việc điều chỉnh van tiết lưu đặt trên đường hút vào máy nén cũng làm thay đổi công suất lạnh của máy. Khi vận hành van tiết lưu này thì áp suất hút giảm đi và do đó tỷ số nén và nhiệt độ đầu đẩy cũng tăng, còn công suất lạnh của máy nén thì giảm đi. Vì vậy mà hệ thống điều chỉnh kiểu này không được sử dụng phổ biến, người ta thường chỉ áp dụng nó khi có nhu cầu điều chỉnh công suất lạnh của máy nén mà không được trang bị sẵn các thiết bị điều chỉnh chuyên dùng khác.



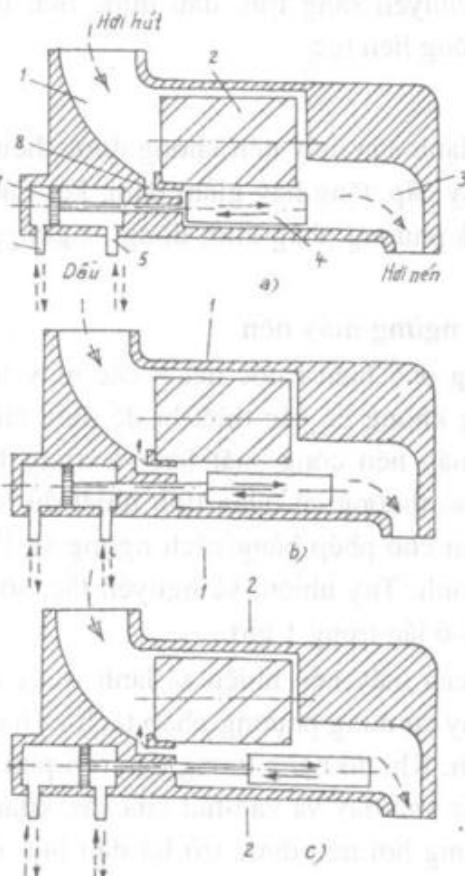
a. 100% công suất lạnh; b. Giảm công suất lạnh

1. Xí lanh;
2. Pittông;
3. Van điện từ;
4. By pas;
5. Van tiết lưu;
6. Phin lọc;
7. Đường hút;
8. Đường đẩy

Hình 5.5. Sơ đồ điều chỉnh máy nén bằng van xả tắt (bypass)

Trong các máy nén công suất lớn, việc điều chỉnh công suất lạnh liên tục lại thường được thực hiện bằng cách xả bớt hơi nén về lại cửa hút bằng van xả tắt (bypass) như hình 10.5. Các cửa trích này thường được bố trí ở phần trên xilanh tại vị trí khoảng $3/4$ hành trình pittông. Bình thường thì van điện từ 3 đóng mạch, van bypass 4 được đóng kín nhờ áp lực phía đầu đẩy truyền qua van giảm áp 5. Khi cần giảm công suất lạnh thì van điện từ 3 mở thông với đường hút áp suất phía dưới pittông của van bypass giảm làm cho van mở, một phần hơi nén quay lại khoang hút nên công suất lạnh của máy giảm.

1.3. Dùng các cơ cấu điều chỉnh đặt bên trong máy nén



Hình 5.6. Sơ đồ điều chỉnh công suất máy nén trực vít thanh trượt tương ứng với công suất lớn (a), trung bình (b) và nhỏ nhất (c)

Trong các máy nén pittông, các cơ cấu loại như vậy thường là các vòng chèn làm thay đổi diện van hút và thể tích chết của xilanh, nhờ đó mà hệ số

cấp và công suất máy nén thay đổi. Trong máy nén trực vít thì do thay đổi vị trí của thanh điều chỉnh mà chiều dài hiệu quả của trực vít thay đổi làm cho công suất lạnh của nó cũng biến đổi theo.

Trên hình biểu thị sơ đồ vị trí chi tiết chính của máy nén trực vít. Tuỳ thuộc vào vị trí thanh trượt mà có hay không có một lượng hơi nhất định qua lại đầu hút để điều chỉnh công suất lạnh. Sự dịch chuyển của pittông dẫn động 7 có thể bằng động cơ điện hay truyền dẫn thuỷ lực bằng dầu.

Khi cần giảm công suất lạnh, pittông hiệu chỉnh và thanh trượt dịch chuyển sang phải, dầu được bơm thêm lên từ thùng dầu 6 qua ngăn kéo phân phổi 3. Khi tăng công suất, pittông dịch chuyển sang trái, dầu được tích tụ thêm ở thùng. Bơm dầu bánh răng 4 hoạt động liên tục.

2. Điều khiển nhảy cấp

Ở phương pháp này, công suất lạnh của máy nén không được điều chỉnh từ từ liên tục mà được điều chỉnh nhảy cấp, tăng hay giảm đáng kể. Các phương pháp hay được dùng ở nhóm này là phương pháp khởi động - ngừng máy nén và phương pháp nâng van hút.

2.1. Phương pháp khởi động - ngừng máy nén

Phương pháp này được áp dụng phổ biến trước hết ở các máy lạnh công suất nhỏ. Các máy nén này thường không có các thiết bị để điều chỉnh công suất lạnh như vẫn thường gặp ở máy nén công suất lớn và trung bình. Đối tượng phục vụ của các máy nén nhỏ thường có quán tính nhiệt đủ lớn có thể giữ chế độ nhiệt độ ở trong giới hạn cho phép bằng cách ngừng và khởi động máy nén để điều chỉnh công suất lạnh. Tuy nhiên, về nguyên tắc, số lần khởi động như vậy không nên vượt quá 4-6 lần trong 1 giờ.

Để điều chỉnh công suất lạnh của máy nén nhiều xi lanh -máy nén công suất lớn và trung bình - người ta hay sử dụng phương pháp tách ra hay đưa trở lại hoạt động một hay một số xi lanh. Khi đó năng lượng tiêu tốn phụ thêm chỉ là để khắc phục trở lực ma sát ở các van đẩy và van hút của các xi lanh không làm việc, các van này làm việc nhưng hơi nén được trả lại đầu hút, ở phương pháp này, đường đẩy từ mỗi xi lanh là những ống dẫn riêng dẫn vào một ống gộp chung.

Công suất tiêu thụ của máy nén không tỷ lệ với công suất lạnh. Khi tỷ số nén lớn hơn 6 và máy nén làm việc lâu ở trạng thái có các xi lanh tách ra như vậy, nhiệt độ thân máy tăng đáng kể.

2.2. Phương pháp nâng van hút

Phương pháp này còn có tên gọi là phương pháp giữ van hút hay phương pháp nối lỏng van hút. Nó được sử dụng rộng rãi để điều chỉnh công suất các máy nén lớn và trung bình một cách liên tục hay nhảy cấp. Chỉ ở những máy nén pittông kiểu thẳng dòng, có van hút bố trí ở đỉnh pittông, thì phương pháp này không dùng được.

Nhờ cố định tấm van hút ở vị trí mở mà ta có thể giảm công suất hay tách ra một số xilanh không làm việc bình thường. Ở các xilanh bị tách ra, công suất tiêu tốn thêm chỉ để khắc phục trở lực ma sát giữa secmăng với xilanh và trở lực ở van hút mở. Van hút thường được giữ bằng một cơ cấu đặc biệt chuyên dùng hay bằng một trường điện từ tác động trực tiếp lên tấm van hút. Cơ cấu chuyên dùng có thể là loại cơ cấu nâng điện từ (cần nâng được nối với van điện từ), cơ cấu nâng thủy lực (áp suất dầu do bơm dầu máy nén cung cấp tác động lên pittông nối với cần nâng) hoặc cơ cấu nâng khí nén (áp suất do khí nén cung cấp tác động lên pittông nối với cần nâng). Ở cơ cấu nâng điện từ thì điện từ trường được tạo nên ở ổ van hút hay ở nắp xilanh sẽ hút tấm van để duy trì ở trạng thái mở nào đó.

Phương pháp nâng van hút bằng cơ cấu nâng thủy lực được sử dụng phổ biến trong các máy nén hiện đại của Sabroe của Đan Mạch, Mycom của Nhật... với khả năng điều chỉnh công suất là 33%, 50% và 100% hay 25%, 50%, 75% và 100%. Máy nén lạnh amoniắc mới của Việt Nam do công ty thiết bị lạnh Long Biên sản xuất 6AW95 cũng dùng cơ cấu nâng thủy lực kiểu như vậy. Các máy lạnh công suất lớn và trung bình do Liên Xô cũ chế tạo thường dùng cơ cấu nâng điện từ có cuộn dây tạo từ trường đặt ở đỉnh xilanh.

Phương pháp điều chỉnh bằng các phương pháp nâng van hút là phương pháp kinh tế nhất, có khi công suất tiêu thụ hầu như giảm tỷ lệ với độ giảm công suất lạnh.

Khi máy nén được trang bị các thiết bị điều chỉnh công suất đặc biệt là các thiết bị tách xilanh, để nâng van hút và các van xả tắt (bypass) thì chúng cũng được dùng để khởi động máy nén.

III. TỰ ĐỘNG HÓA THIẾT BỊ NGUNG TỰ

Nhiệm vụ tự động hóa thiết bị ngưng tự là giữ cho áp suất ngưng tụ p_k (và do đó cả nhiệt độ ngưng tụ t_k) ở một giới hạn cho phép.

Khi áp suất và nhiệt độ ngưng tụ tăng sẽ làm tăng chi phí điện năng tiêu thụ cho máy nén và ảnh hưởng tới độ bền của thiết bị. Tự động hóa thiết bị

ngưng tụ còn có ý nghĩa làm giảm lượng nước làm mát và đảm bảo khả năng điều chỉnh cấp lỏng cho thiết bị bay hơi.

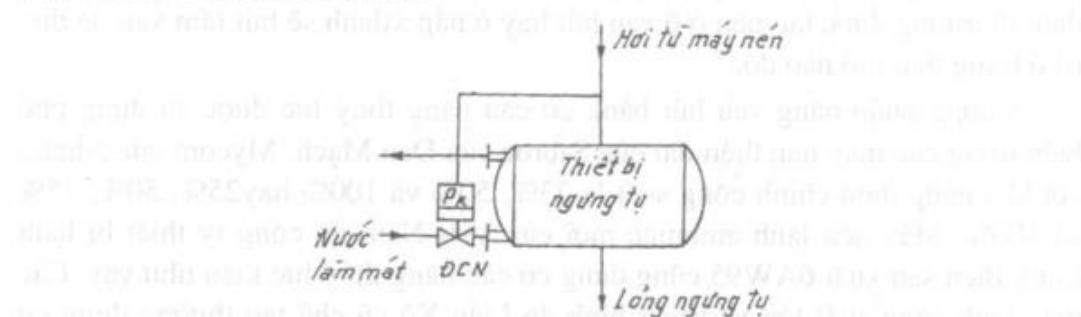
Khi áp suất và nhiệt độ ngưng tụ giảm thì công suất lạnh tăng, còn công suất tiêu hao cho máy nén sẽ giảm, nhưng nếu khả năng điều chỉnh của thiết bị cấp lỏng không đáp ứng được thì cũng phải điều chỉnh để áp suất ngưng tụ không thấp quá giới hạn cho phép.

Các phương pháp duy trì áp suất ngưng tụ chủ yếu phụ thuộc vào cơ cấu của thiết bị ngưng tụ và môi trường làm mát (là nước hay không khí).

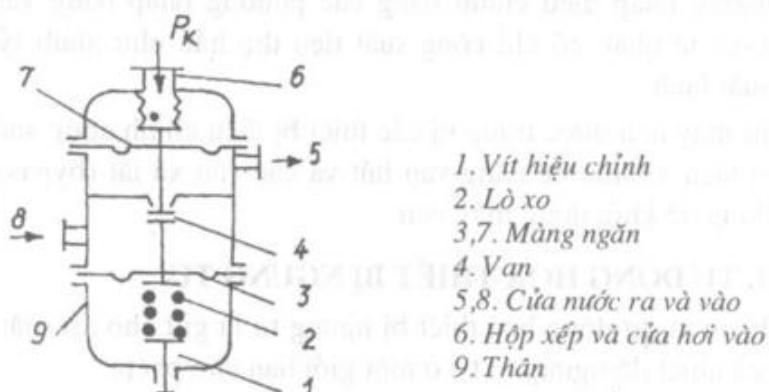
1. Tự động hóa thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước

Áp suất ngưng tụ thường được cho phép dao động trong một khoảng tương đối rộng.

Phương pháp điều chỉnh thường là làm thay đổi lưu lượng nước làm mát nhờ đưa vào đường nước cấp cho thiết bị ngưng tụ một bộ điều chỉnh nước và được lắp đặt như sơ đồ hình 5.7



Hình 5.7. Tự động hóa thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước



Hình 5.8. Bộ điều chỉnh nước

Tín hiệu đưa vào bộ điều chỉnh nước là áp suất ngưng tụ p_k lấy từ đường dây của máy nén đến bình ngưng hoặc từ cửa trích phía trên bình ngưng.

Van này sẽ đóng bớt lại khi áp suất ngưng tụ giảm thấp hơn định mức. Khi áp suất ngưng tụ tăng, hộp xếp bị dãn ra, dây cần van làm mở to cửa van để tăng lượng nước và làm mát.

Độ mở ban đầu của van (tương ứng với áp suất ngưng tụ định mức) được ấn định ban đầu nhờ điều chỉnh vít hiệu chỉnh 1, sau đó thì tùy theo tín hiệu áp suất p_k thay đổi mà hộp xếp sẽ làm cho van mở thêm ra hay đóng bớt lại để thay đổi lượng nước trong giới hạn cho phép.

Trường hợp máy lạnh làm việc gián đoạn hay theo chu kỳ, để tiết kiệm nước làm mát, việc cung cấp nước cho thiết bị ngưng tụ được thực hiện đồng thời với việc mở hoặc tắt máy nén. Khi đó người ta có thể sử dụng van điện tử (VDT) để đóng, mở đường nước ở chế độ làm việc tự động.

Van điện tử nhận tín hiệu từ hệ thống điều khiển tự động: mở van khi khởi động và đóng khi ngừng máy nén.

Khi nhiệt độ nước cấp thay đổi nhiều (thí dụ khi thay đổi mùa) thì lưu lượng nước được điều chỉnh bằng van tay V. Trong các hệ thống lớn, tín hiệu từ hệ thống điều khiển tự động được dẫn tới động cơ bơm nước để khởi động hay dừng bơm nước ngưng tụ, ngoài ra, cũng có thể đặt bơm phụ hoạt động theo tín hiệu nhiệt độ nước ở đầu ra và đầu vào của bình ngưng tụ để điều chỉnh “tinh” áp suất ngưng tụ.

2. Tự động hóa thiết bị ngưng tụ làm mát bằng không khí

Áp suất ngưng tụ p_k trong các thiết bị ngưng tụ loại này có thể được điều chỉnh do thay đổi tốc độ hoặc lưu lượng làm mát. Đôi khi cũng có thể điều chỉnh p_k do thay đổi diện tích bề mặt trao đổi nhiệt thực tế của dàn bằng cách “che” bớt một phần nào đó của dàn, chẳng hạn để ngập lỏng phần dưới.

Tốc độ và lưu lượng không khí làm mát có thể thay đổi do thay đổi tốc độ quay của quạt gió, nhờ điều chỉnh lượng gió qua quạt bằng các tấm chắn hiệu chỉnh. Khi áp lực ngưng tụ giảm, các tấm chắn này mở to để dòng không khí đi qua bề mặt trao đổi nhiệt giảm tốc độ và do đó giảm khả năng truyền nhiệt làm cho nhiệt độ và áp suất ngưng tụ lại tăng khi các tấm chắn gần như đóng hết thì role sẽ ngưng động cơ quạt. Khi cần tăng nhiệt độ ngưng tụ cũng có thể chắn bớt không khí, không cho thổi qua toàn bộ bề mặt dàn ngưng, thí dụ ngắt quạt gió của một số xéc - xi (đơn nguyên) hay một phần nào đó của dàn.

Một số sơ đồ điều chỉnh nhiệt độ ngưng tụ có sử dụng van điều áp (điều chỉnh áp suất). Thường thì trên đường nhánh của van này có bố trí van điều chỉnh pilot PL để tạo nên áp suất đưa vào van điều chỉnh để đơn giản chế tạo và hoạt động của van này. Khi độ mở của van pilot thay đổi thì hiệu áp suất $P_2 - P_3$ tác động lên pitông cũng thay đổi làm cho van mở to ra hoặc nhỏ lại.

Có thể sử dụng sơ đồ điều chỉnh áp suất ngưng tụ bằng van điều áp đặt trên đường hơi vào và van bypass giữa đường hơi vào và đường lỏng ra.

Khi áp suất trong bình chứa giảm nhỏ hơn giới hạn dưới thì van bypass sẽ mở để hơi cao áp và bình chứa, dùng chính nó hạn chế dòng môi chất lỏng ra khỏi dàn ngưng và tạo nên sự tích lỏng ở phần dưới dàn ngưng.

Lượng hơi nóng qua van bypass và lượng lỏng tụ lại trong dàn ngưng được điều chỉnh tự động liên tục bằng van điều áp tuỳ thuộc vào áp lực trong bình chứa. Nếu dàn ngưng tụ gồm nhiều đơn nguyên (xéc - xi) thì việc điều chỉnh phải được thực hiện cho từng đơn nguyên.

Công suất nhiệt của thiết bị ngưng tụ - bay hơi cũng được điều chỉnh bằng cách thay đổi lượng không khí tuần hoàn qua thiết bị như đối với dàn ngưng không khí, nhờ thay đổi tốc độ quạt hay bằng cách điều chỉnh các tấm chắn.

IV. TỰ ĐỘNG HÓA THIẾT BỊ BAY HƠI

1. Thông số điều chỉnh

Đảm bảo sự làm việc bình thường của thiết bị bay hơi (bình bay hơi hay dàn bay hơi), trước hết cần phải chú ý:

- Điều chỉnh cấp lỏng.
- Tránh đóng băng chất tải lạnh lỏng
- Tránh để lớp tuyết quá dày khi làm lạnh không khí.

Mức lỏng nạp vào dàn bay hơi thường được kiểm tra thông qua việc xác định độ quá nhiệt và độ khô của hơi ở lối ra khỏi dàn. Khi cung cấp không đủ môi chất vào dàn bay hơi thì mức lỏng trong nó thấp, đồng thời độ quá nhiệt và độ khô của hơi ở cửa ra cũng sẽ tăng lên. Ngược lại, nếu cấp thừa lỏng thì độ khô và độ quá nhiệt của hơi ra sẽ giảm. Vì vậy, độ khô của hơi là thông số khách quan nhất phản ánh tình hình cấp lỏng và sự làm việc của thiết bị bay hơi, tuy nhiên còn thiếu các phương pháp và dụng cụ đo đơn giản xác định độ khô của hơi.

Thông số điều chỉnh được dùng phổ biến nhất phản ánh tình hình cấp lỏng cho thiết bị bay hơi là độ quá nhiệt của hơi ở lối ra.

Thông số này dễ xác định nhờ các phép đo nhiệt độ hơi ở lối ra t_1 và nhiệt độ sôi trong thiết bị bay hơi t_0 . Hiệu $t_1 - t_0 = \Delta t$ là độ quá nhiệt của hơi.

Để đo lường chính xác, cần lưu ý rằng trong dòng hơi ra khỏi thiết bị vẫn tồn tại cả môi chất lạnh lỏng (nhất là trong hệ thống lạnh freôn do môi chất hòa tan dầu) và do trở lực thuỷ lực trong dòng chuyển động cưỡng bức và thế lỏng trong thể tích chất lỏng sôi trong thiết bị nên áp suất và nhiệt độ sôi thực tế có thay đổi theo vị trí của điểm xác định. Tuy nhiên, độ quá nhiệt của hơi ở lối ra khỏi thiết bị bay hơi vẫn là chỉ tiêu đánh giá mức độ cấp lỏng.

Chỉ tiêu này có thể sử dụng đối với bất cứ loại môi chất lạnh nào, chỉ trừ những trường hợp ở thiết bị bay hơi không có thể tích cần thiết làm quá nhiệt hơi.

Đối với bình bay hơi ống vỏ kiểu ngập và các dàn bay hơi không có phần làm quá nhiệt hơi, chỉ tiêu xem xét mức độ cấp lỏng lúc đó là mức lỏng ở thiết bị.

Hệ thống lạnh amoniắc

Amoniắc không hoà tan dầu, người ta thường sử dụng phương pháp đo lường và điều chỉnh cấp lỏng trong các hệ thống lạnh này theo nguyên lý bình thông nhau.

Mức lỏng trong bình đo và trong bình bay hơi chênh nhau một khoảng $\Delta H = H_1 - H_2$ do trong bình bay hơi, mật độ dòng nhiệt lớn hơn ở bình đo nên nhiệt độ hơi cũng nhỏ hơn ở bình đo dẫn đến H_1 lớn hơn H_2 . Điều này cần được lưu ý khi đánh giá mức lỏng thực nạp và thiết kế hệ thống cấp lỏng.

Hệ thống lạnh freôn

Đối với hệ thống freôn, do môi chất hoà tan dầu bôi trơn nên chế độ sôi của môi chất là chế độ sôi màng mạnh, đôi khi không tồn tại cả biên phân pha nên không nhận biết được mức lỏng. Nhiệt độ và áp lực sôi giảm. Khi đó không thể xác định được quan hệ giữa nhiệt độ sôi và mức lỏng, vì vậy không thể sử dụng nguyên lý bình thông nhau trong trường hợp này.

Trong thực tế, các bộ điều chỉnh cấp lỏng thường là van tiết lưu nhiệt (van tiết lưu tự động) hoạt động theo tín hiệu độ quá nhiệt của hơi hoặc là các bộ điều chỉnh mức hoạt động theo tín hiệu độ quá nhiệt hay theo tín hiệu mức lỏng từ van phao.

Trong các hệ thống lạnh freôn thường sử dụng van tiết lưu nhiệt hoặc bộ điều chỉnh cấp lỏng hai vị trí.

Trong các hệ thống amoniắc thường dùng điều chỉnh cấp lỏng liên tục hoặc hai vị trí (điều chỉnh gián đoạn).

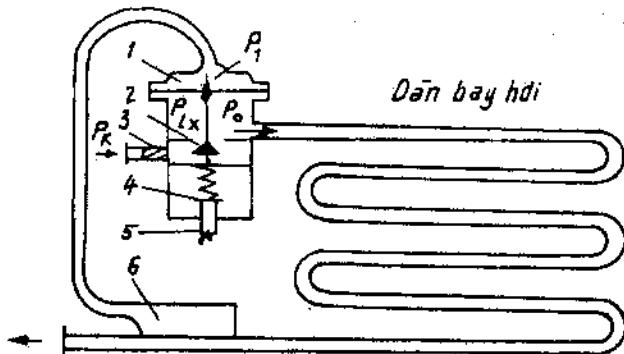
2. Điều chỉnh cấp lỏng bằng van tiết lưu tự động

2.1. Van tiết lưu tự động.

Van tiết lưu tự động (hay còn gọi là van tiết lưu nhiệt) cũng được xem là bộ điều chỉnh cấp lỏng liên tục hoạt động theo tín hiệu độ quá nhiệt của hơi.

Van tiết lưu tự động cũng có thể là loại cân bằng trong hay cân bằng ngoài.

Van tiết lưu cân bằng trong.



1. Màng cảm biến; 2. Cửa van; 3. Phin lọc; 4. Lò xo; 5. Vít hiệu chỉnh; 6. Bầu cảm nhiệt

Hình 5.9. Sơ đồ nguyên lý sử dụng van tiết lưu tự động cân bằng trong để điều chỉnh cấp lỏng

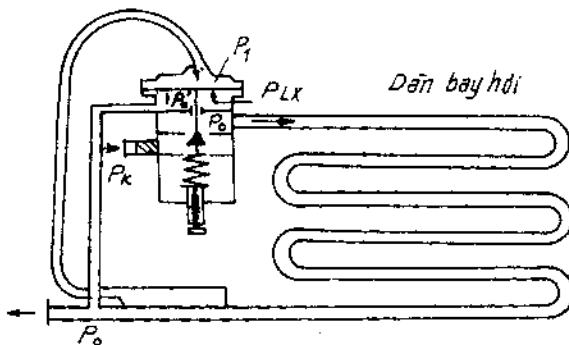
Áp lực p_1 tác dụng lên một phía của màng 1 là áp lực bão hòa của hơi nạp trong bầu cảm nhiệt 6 tiếp xúc với ống hơi ra khỏi thiết bị bay hơi. Áp lực này sẽ cân bằng với áp lực p_0 ở lối vào dàn bay hơi và áp lực p_{ix} của lò xo 4. Hơi môi chất có áp suất p_k qua phin lọc 3 và cửa van 2 giảm đến áp suất p_0 rồi đi vào dàn bay hơi.

Độ mở của van được hiệu chỉnh ban đầu bằng vít 5 để khống chế độ quá nhiệt cho phép.

Như vậy, ở sơ đồ này chỉ điều chỉnh cấp lỏng giữ cho độ quá nhiệt của hơi không đổi chứ không giữ được áp suất và nhiệt độ sôi là hằng số. Mặt khác khi có tổn thất áp suất đáng kể trong nhiệt độ bay hơi thì áp lực hơi ra sẽ giảm nhỏ, nhiệt độ bão hòa ở lối ra thấp hơn ở lối vào và khi đó cần phải duy trì một độ quá nhiệt lớn hơn (bề mặt dàn bay hơi phải tăng thêm) để duy trì cân bằng lực p_1 trong van.

Để khắc phục nhược điểm nêu trên, người ta sử dụng van tiết lưu tự động cân bằng ngoài.

Sơ đồ điều chỉnh cấp lỏng dùng van tiết lưu cân bằng ngoài được trình bày trên hình 5.10.



Hình 5.10. Sơ đồ nguyên lý sử dụng van tiết lưu tự động cân bằng ngoài để điều chỉnh cấp lỏng.

Trong trường hợp này, áp lực p_1 trong ống tín hiệu tác dụng lên màng cân bằng với áp suất của hơi (ở lối ra chứ không phải ở lối vào dàn bay hơi) và lực đẩy của lò xo p_{lx} . Do vậy đã giảm được đáng kể diện tích bề mặt thiết bị bay hơi lê ra dùn để quá nhiệt hơi tạo áp suất p_1 thì ở đây diện tích này được sử dụng có hiệu quả hơn vào việc làm bay hơi môi chất lạnh.

Khi chọn thiết bị tự động cấp lỏng cần chú ý rằng các van tiết lưu nhiệt cần được chọn để đảm bảo cấp lỏng bình thường cả khi công suất lạnh lớn nhất và khi nhỏ nhất.

Hệ thống cấp lỏng dùng van tiết lưu tự động thường làm việc ở chế độ quá nhiệt và mức lỏng dao động đáng kể. Thực ra thì những hệ thống loại này chỉ làm việc ổn định khi độ quá nhiệt đạt từ 3 đến 5 K tùy theo từng trường hợp cụ thể.

2.2. Điều chỉnh cấp lỏng cho thiết bị bay hơi làm lạnh không khí

Các dàn bay hơi làm lạnh không khí (đối lưu tự nhiên hay cưỡng bức) cũng thường được điều chỉnh bằng van tiết lưu tự động.

Nếu dàn bay hơi có trở kháng thủy lực bé, cỡ 0,1 bar, thì có thể chỉ cần dùng van tiết lưu cân bằng trong, còn trong trường hợp trở lực lớn hơn thì phải dùng van tiết lưu cân bằng ngoài.

Trong các dàn bay hơi không khí chuyển động cưỡng bức thì ở hệ thống lạnh amoniắc, việc cấp lỏng thường được điều chỉnh theo tín hiệu mức lỏng trong bình tách lỏng, còn ở hệ thống freon việc điều chỉnh cấp lỏng được thực hiện nhờ van tiết lưu nhiệt.

Trong các hệ thống này, dàn bay hơi thường gồm nhiều phân tử hoặc một số dàn mắc song song. Khi số lượng dàn lớn hơn 2 người ta có thể đặt trước mỗi dàn một van tiết lưu. Khi số dàn hay số phân tử ít hơn thì người ta thường sử dụng bộ góp thuỷ lực có trở lực khoảng 0,01 đến 0,03 bar và thường sử dụng một van tiết lưu cân bằng ngoài.

Khi chọn van tiết lưu cần chú ý lấy theo công suất tiêu chuẩn và cao hơn 20 đến 30% công suất lạnh lớn nhất của dàn bay hơi.

2.3. Điều chỉnh cấp lỏng cho thiết bị bay hơi làm lạnh chất lỏng

Thiết bị loại này hay gấp nhất là bình bay hơi làm lạnh nước (water chiller) và được dùng trong điều hoà không khí, trong công nghiệp rượu bia,... việc cấp lỏng ở đây có thể dùng van tiết lưu tự động (điều khiển liên tục) kết hợp với van điện từ điều khiển gián đoạn (2 vị trí).

Dòng môi chất lạnh được đóng ngắt bằng van điện từ đặt ở đường lỏng cấp vào bình và được điều khiển bởi role nhiệt độ (thermostat) nước lạnh. Role nhiệt độ nước thấp và role dòng nối liên động với van điện từ để đề phòng nhiệt độ nước xuống quá thấp làm nước đóng băng. Role nhiệt độ lắp trên đường nước vào bình bay hơi cũng để thông báo nhiệt độ nước vào không quá thấp, gần điểm băng của nước.

V. BẢO VỆ TỰ ĐỘNG HỆ THỐNG LẠNH

1. Sơ đồ hệ thống bảo vệ

Hệ thống bảo vệ tự động thiết bị lạnh là một phần của hệ thống tự động hoá hệ thống lạnh.

Sơ đồ tiêu biểu của hệ thống bảo vệ tự động hệ thống lạnh một cấp được trình bày trên hình 5.11a, sơ đồ nguyên lý bảo vệ tự động được trình bày ở hình 5.11b.

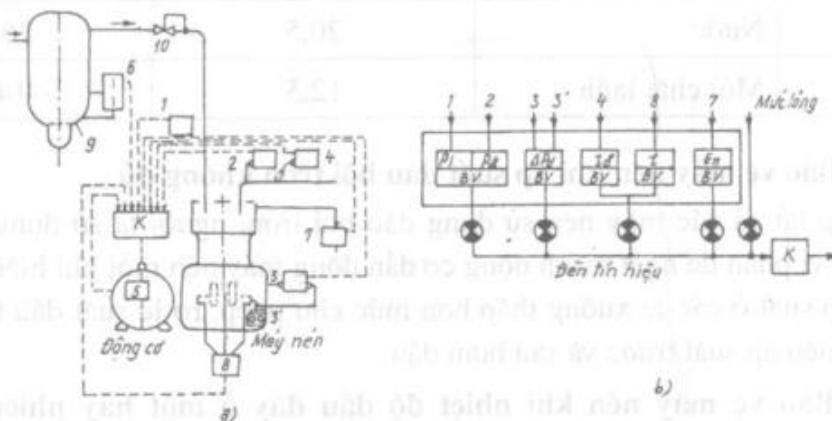
Các thiết bị bảo vệ tự động hệ thống lạnh khi chế độ làm việc rơi vào giới hạn nguy hiểm thường dùng để dừng máy nén, ngắt tải thiết bị bay hơi hoặc ngăn ngừa các nguy hiểm khác bằng biện pháp thích hợp.

Dưới đây chúng ta khảo sát các thiết bị chính đảm nhận chức năng bảo vệ máy và hệ thống lạnh.

1.1. Bảo vệ máy nén khí áp suất hút thấp quá mức cho phép

Đối với các máy nén có công suất lạnh đến 500 kW, người ta thường sử dụng role áp suất thấp để ngắt mạch động cơ truyền động máy nén.

Trong các máy nhiệt độ trung bình và cao, người ta hiệu chỉnh röle cắt khi áp suất hút xuống khoảng 120kPa (cỡ 1,2 bar) để máy nén không phải làm việc với chân không trong các - te. Ở các hệ thống nhiệt độ thấp, trị số này chỉ khoảng 20kPa (0,2 bar).



a. Sơ đồ công nghệ; b. Sơ đồ nguyên lý

1. Röle áp suất;
2. Röle áp suất đẩy;
3. Röle áp suất đầu;
4. Röle nhiệt độ đầu đẩy;
5. Röle nhiệt độ dây cuộn;
6. Röle mức lỏng;
7. Röle lưu lượng nước làm mát;
8. Röle nhiệt độ ở trực;
9. Bình tách lỏng;
10. Van điều áp

Hình 5.11. Sơ đồ hệ thống bảo vệ tự động

1.2. Bảo vệ máy nén khi áp suất đẩy cao quá mức cho phép

Thiết bị bảo vệ là röle áp suất cao, nó sẽ ngắt mạch động cơ khi áp suất cao quá giới hạn và được lắp trên ống đẩy giữa máy nén và van đẩy. Nhờ có röle áp suất cao mà máy nén không bị hư hỏng khi khởi động mà van đẩy không mở. Áp suất cần thiết để điều chỉnh röle được trình bày ở bảng 5.1.

Bảng 5.1. Giá trị đặt röle áp suất cao.

Môi chất	Môi trường làm mát ngưng tụ	Áp suất cát x 10^{-2} kPa	Nhiệt độ sôi $^{\circ}\text{C}$
R142	Không khí	14,8	86
R12	Không khí	18,2	71
R12	Nước	11,7	52
R22	Không khí	18,8	51

R22	Nước	15	41
Amoniắc	Nước	15,8	41
R502	Không khí	19	46
R13B1	Nước	20,5	36
R13	Môi chất lạnh	12,5	-14

1.3. Bảo vệ máy nén khi áp suất dầu bôi trơn không đủ

Trong tất cả các máy nén sử dụng dầu bôi trơn, người ta sử dụng role áp suất kiểu vi phân để ngắt mạch động cơ dẫn động máy nén mỗi khi hiệu áp suất dầu và áp suất ở các-te xuống thấp hơn mức cho phép, rơ le suất dầu tác động theo tín hiệu áp suất trước và sau bơm dầu.

1.4. Bảo vệ máy nén khi nhiệt độ dầu đẩy ở một hay nhiều nhóm xilanh cao quá mức cho phép

Role bảo vệ này cũng sẽ ngắt mạch, dừng động cơ máy nén khi nhiệt độ dầu đẩy tăng cao quá. Tuy nhiên, trong trường hợp này nếu thiếu dầu bôi trơn hay nước làm mát máy nén có thể role này cũng tác động.

1.5. Bảo vệ máy nén khi hệ thống làm mát máy nén hoạt động kém hiệu lực

Đó là trường hợp khi bơm nước làm mát bị hỏng hay hoạt động yếu gây thiếu nước làm mát hay áp lực nước quá yếu. Cũng có thể dùng kết hợp cửa nghẽn tiết lưu và áp kế vi phân làm role lưu lượng.

1.6. Bảo vệ máy nén không hút phải ẩm

Để tránh nguy cơ máy nén hút ẩm ở các hệ thống lạnh thường đã được thiết kế với độ quá nhiệt hơi hút không nhỏ hơn 5°C , nhưng trong thực tế nhiều trường hợp máy nén vẫn hút phải ẩm.

Để tránh hút phải ẩm gây va đập thủy lực cần phải trang bị hệ thống điều chỉnh và bảo vệ tự động. Ở các hệ thống lạnh amoniắc người ta sử dụng các role mức để khống chế cấp lỏng và ngừng máy nén khi mức lỏng lên cao quá để tránh lỏng bị hút về máy nén.

Mức lỏng trong các thiết bị bay hơi ở trong những giới hạn xác định và thực tế không phản ánh điều kiện làm việc kinh tế của hệ thống. Vì vậy số

lượng môi chất nạp vào hệ thống được khống chế để khi môi chất lỏng qua thiết bị bay hơi được hoá hơi toàn bộ không gây nguy hiểm cho máy nén của các hệ thống lạnh amoniắc.

1.7. Bảo vệ máy nén khi nhiệt độ dây cuộn động cơ điện tăng cao quá mức

Trong các máy nén kín và nửa kín người ta hay đặt các rơ le nhiệt độ hay bộ cảm biến nhiệt độ để đưa tín hiệu ngắt động cơ máy nén mỗi khi nhiệt độ dây cuộn stato cao quá giới hạn cho phép. Các rơle này được đặt cho từng pha và sẽ tác động khi mất pha, khi lưu lượng môi chất về đầu hút quá ít không đủ làm mát dây cuộn động cơ và khi máy nén bị quá tải.

Trong nhiều động cơ máy nén và cả ở một số động cơ bơm, quạt người ta đặt rơle dòng nhiệt để ngắt mạch động cơ khi bị quá tải hay mất pha, tránh làm cho nhiệt độ dây cuộn tăng quá cao phá huỷ cách điện dây cuộn động cơ...

1.8. Bảo vệ máy nén khi nhiệt độ xilanh hay nhiệt độ của cơ cấu truyền động tăng quá mức

Để bảo vệ động cơ của các máy nén kín, người ta thường dùng rơle nhiệt - nhiệt độ để ngắt động cơ khi dòng điện tăng quá mức hay nhiệt độ vỏ máy quá cao.

Rơle này được đặt ở vỏ máy (thường ở cùng chỗ hộp nối điện vào lốc máy), nó sẽ tác động khi nhiệt độ vỏ máy tăng, ngay cả khi dòng điện có thể không cao lắm. Ở một số máy nén kín có công suất động cơ lớn hơn 1 kW, các rơle này được trang bị một nút ấn hồi phục bằng tay.

Nhiệt độ ở các ổ đỡ có thể được kiểm tra bằng rơle có phần tử cảm biến đặt ở trong ổ. Tuy nhiên đây là hệ thống phức tạp, khó thực hiện, đặc biệt là khi kiểm tra nhiệt độ ổ trực khuỷu, vì thế cũng ít được sử dụng trong thực tế.

1.9. Bảo vệ máy nén khi hiệu áp suất đẩy và áp suất hút lớn quá mức

Nhằm mục đích này, ở các máy nén có lưu lượng thể tích hút lớn hơn 0,03 m³/s (lớn hơn 100m³/h) người ta đặt van an toàn xả tắt hơi nén về đầu hút để giảm hiệu áp suất bảo vệ an toàn các cơ cấu chuyển động của máy nén. Những van an toàn loại như vậy không bảo vệ máy nén khi áp suất đẩy tăng quá mức. Khi đó ở những máy lớn thì rơle áp suất cao ngừng máy nén, còn hơi cao áp ở đầu đẩy được giải thoát do van an toàn có cửa thoát ra ngoài bố trí ở đầu đẩy đảm nhận.

1.10. Bảo vệ chống đóng băng chất tải lạnh ở thiết bị bay hơi

Khi chất tải lạnh bị đóng băng (thường là nước hay nước muối) trong thiết bị bay hơi thì áp suất bay hơi cũng giảm và chất tải lạnh ngừng lưu động.

Các hiện tượng này được kiểm tra bằng các dụng cụ bảo vệ tự động là role nhiệt độ (dùng máy nén khi nhiệt độ giảm quá mức cho phép) role lưu lượng chất lạnh và role áp suất thấp đặt trên đầu hút máy nén.

2. Nguyên lý làm việc

Ở mục trước đã trình bày nguyên lý bảo vệ tự động máy nén lạnh theo tín hiệu áp suất dầu đẩy.

Số thông số có thể gây nên sự cố cho hệ thống lạnh phụ thuộc vào sơ đồ hệ thống, tính chất của môi trường và cấu tạo của máy và thiết bị. Ở các hệ thống lạnh amoniắc công suất lớn, các thông số như vậy có tới trên một chục, còn trong các máy freôn nhỏ chỉ có vài thông số (như dòng điện động cơ máy nén và áp lực đẩy).

Các thiết bị bảo vệ tự động thường sẽ điều khiển ngừng máy nén và bơm khi chế độ làm việc nguy hiểm và phát tín hiệu báo sự cố. Ngày nay người ta hay sử dụng các hệ thống bảo vệ dự báo, tức là phát tín hiệu và dừng máy khi xuất hiện những dấu hiệu chắc chắn dẫn đến sự cố nguy hiểm.

Các thông số cơ bản của hệ thống lạnh phải khống chế và bảo vệ được trình bày ở phần trên và trên sơ đồ hình 5.11.

Kỹ thuật duy trì và khống chế giới hạn các thông số của hệ thống là nội dung của công việc vận hành hệ thống lạnh. Trên hình 5.12 giới thiệu công nghệ bảo vệ máy nén và bơm trong hệ thống lạnh amoniắc.

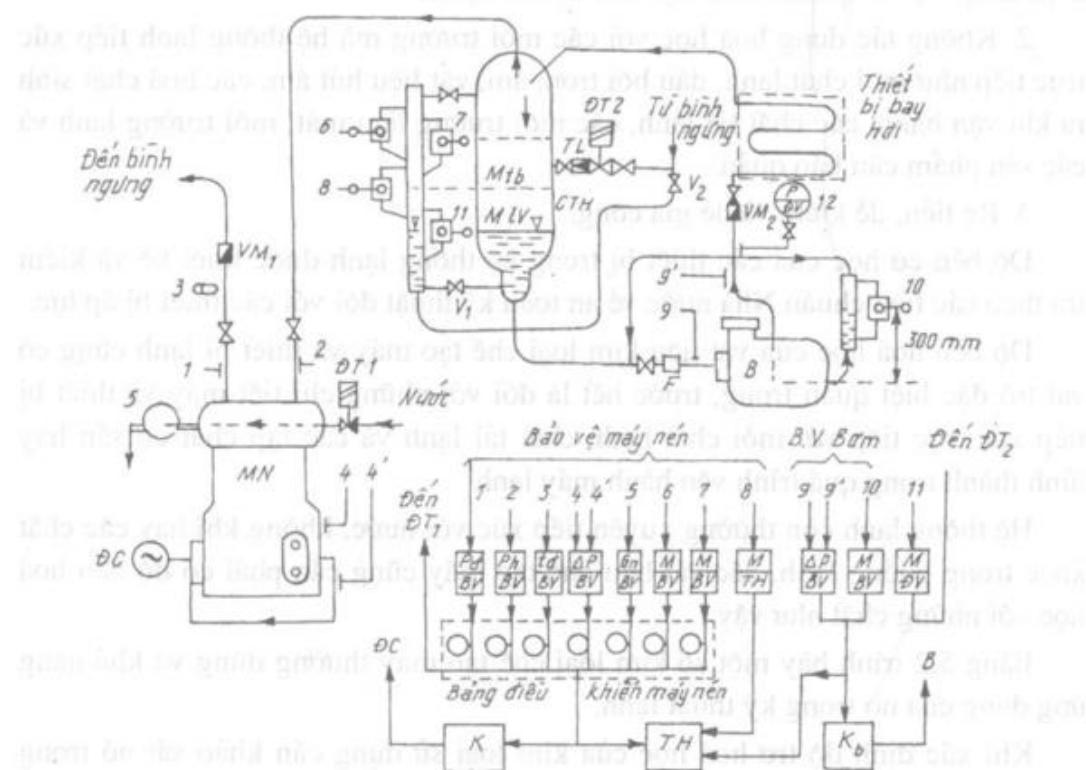
Các thiết bị bảo vệ máy nén được lắp đặt tại chỗ, khi tác động chúng cho tín hiệu ở bảng điều khiển để chỉ rõ vị trí sự cố. Qua khởi động từ K, bảng điều khiển cho lệnh ngừng động cơ máy nén ĐC và cung cấp thông tin cho bảng tín hiệu TH đặt ở trung tâm điều khiển. Khi máy nén ngừng, van điện từ ĐT₁ đóng lại và ngừng cung cấp nước làm mát máy nén.

Mức lỏng làm việc M_{lv} trong bình chứa tuần hoàn CTH được duy trì nhờ role điều chỉnh mức 11, role này đóng mở van điện từ ĐT₂ đặt trước van tiết lưu TL cấp lỏng cho CTH. Trong trường hợp van ĐT₂ không đóng được thì mức lỏng sẽ tăng đến vị trí M_{tb} và role mức 8 cho tín hiệu dự báo. Nếu mức lỏng vẫn tiếp tục tăng thì role mức 7 điều khiển ngừng máy nén. Để đảm bảo ngừng máy chắc chắn, người ta đặt thêm role mức 6.

Khi muốn kiểm tra sự tác động của các role mức, có thể đóng van V₁ và mở van V₂. Khi mức lỏng trong cột do nâng cao, các role tốt phải lần lượt tác động.

Trên sơ đồ, các role áp suất cao P_d , role áp suất thấp P_h , role nhiệt độ hơi nén t_d , role hiệu áp suất dầu ΔP , role lưu lượng nước làm mát G_n và các role mức M (6,7) đều cho tín hiệu về bảng tín hiệu và điều khiển ngừng máy nén MN và van điện tử nước ĐT_1 , thông qua khởi động từ K đồng thời cho tín hiệu về trung tâm điều khiển TH.

Role mức M(8) chỉ cho tín hiệu dự báo về trung tâm tín hiệu điều khiển TH.



Hình 5.12. Sơ đồ bảo vệ máy nén và bơm amoniắc

Các role hiệu áp lực (cột áp) của bơm ΔP (9,9') và role mức cột lỏng đầu dây của bơm M(10) cũng cho tín hiệu bảo vệ ngừng bơm qua khởi động từ K_b và tín hiệu về trung tâm điều khiển qua bảng tín hiệu trung tâm TH.

Role mức 11 duy trì mức lỏng làm việc (định mức) M_{11} sẽ phát tín hiệu điều khiển đóng mở van điện tử ĐT_2 . Role này là một role điều chỉnh mức (M) hai vị trí (ĐV).

Role áp suất 12 bảo vệ áp suất dầu dây của bơm. Ở đầu dây của máy nén và của bơm có bố trí các van 1 chiều VM_1 và VM_2 . Trước bơm có phin lọc lỏng F.

VI. VẬT LIỆU CHẾ TẠO MÁY VÀ THIẾT BỊ LẠNH

1. Vật liệu kim loại

Các kim loại dùng chế tạo máy và thiết bị lạnh cần đáp ứng được các yêu cầu sau:

1. Phải đủ bền và có đầy đủ các tính chất vật lý cần thiết phù hợp với điều kiện nhiệt độ và áp suất làm việc của hệ thống lạnh.
2. Không tác dụng hoá học với các môi trường mà hệ thống lạnh tiếp xúc trực tiếp như môi chất lạnh, dầu bôi trơn, ẩm, vật liệu hút ẩm, các hoá chất sinh ra khi vận hành, các chất tải lạnh, các môi trường làm mát, môi trường lạnh và các sản phẩm cần bảo quản.
3. Rẻ tiền, dễ kiếm và dễ gia công.

Độ bền cơ học của các thiết bị trong hệ thống lạnh được thiết kế và kiểm tra theo các tiêu chuẩn Nhà nước về an toàn kỹ thuật đối với các thiết bị áp lực.

Độ bền hoá học của vật liệu kim loại chế tạo máy và thiết bị lạnh cũng có vai trò đặc biệt quan trọng, trước hết là đối với những chi tiết máy và thiết bị tiếp xúc trực tiếp với môi chất lạnh, chất tải lạnh và các tạp chất có sẵn hay hình thành trong quá trình vận hành máy lạnh.

Hệ thống lạnh còn thường xuyên tiếp xúc với nước, không khí hay các chất khác trong buồng lạnh, các vật liệu chế tạo máy cũng cần phải có độ bền hoá học với những chất như vậy.

Bảng 5.2 trình bày một số kim loại chế tạo máy thường dùng và khả năng ứng dụng của nó trong kỹ thuật lạnh.

Khi xác định độ trơ hoá học của kim loại sử dụng cần khảo sát nó trong quan hệ nhiều thành phần trong hệ thống lạnh như tương tác với các chất phi kim loại, môi chất, chất tải lạnh, dầu bôi trơn, ẩm....

Một trong các chất gây ăn mòn mạnh trong hệ thống lạnh là hơi nước (hay gọi tắt là "ẩm"). Ẩm lọt vào hệ thống có thể làm lão hoá dầu, tác dụng với dầu, với môi chất freôn tạo thành các axit ăn mòn như HCl. Trong hệ thống amoniắc, ẩm là chất xúc tác cùng với thép gây phân huỷ NH₃ ở cuối quá trình nén ở nhiệt độ 120° C trở lên.

Vì có nước trong các thành phần của cặp môi chất mà các máy lạnh hấp thụ NH₃/H₂O và H₂) LiBr thường bị ăn mòn mạnh. Để hạn chế tính ăn mòn các môi chất loại này, phải sử dụng các muối có thành phần crôm như các muối

bicromat gốc natri, kali hoặc ammonium. Các chất úc chế ăn mòn được nạp đồng thời với môi chất lạnh vào máy với tỷ lệ từ 0,2 đến 2%. Khi hệ thống làm việc crôm sẽ bám lên bề mặt thép của thiết bị thành một lớp mỏng vài micromet (μm) bảo vệ mặt thiết bị khỏi bị ăn mòn.

Bảng 5.2. Vật liệu kim loại chính trong kỹ thuật lạnh

Kim loại	Ứng dụng	Tính phù hợp hóa học
Sắt và các hợp kim của sắt	Máy nén, các thiết bị, đường ống	Phù hợp, sử dụng được cho tất cả các loại môi chất lạnh
Đồng và các hợp kim của đồng	Đường ống, các thiết bị, đệm kín, ống bạc, đế van, ống đỡ, ống trượt.	Không sử dụng cho môi chất amoniắc, trừ đồng thau phốt - chì
Nhôm và các hợp kim của nhôm	Các thiết bị trao đổi nhiệt (đặc biệt thiết bị bay hơi) Các te máy nén, chi tiết động cơ, ống đỡ, ống trượt, đệm kín	Với amoniắc không dùng với nước thận trọng khi sử dụng với freôn, chỉ dùng sau khi đã thử nghiệm. Cũng thận trọng với muối
Crôm, nikten	Dùng để bảo vệ bề mặt hoặc tinh luyện, có trong thép, gang đúc	Dùng cho tất cả các môi chất lạnh
Magiê, kẽm	Là thành phần trong các hợp kim, kẽm dùng bảo vệ bề mặt	Không dùng được cho môi chất freôn và NH_3
Thiếc	Là thành phần trong các hợp kim, dùng bảo vệ bề mặt	Có thể có phản ứng với clo trong môi chất freôn
Chì	Làm đệm kín. Là thành phần hợp kim trong các ống đỡ, ống trượt	

và độ bền dai và dập giảm đáng kể. Thép trở nên giòn rất nhanh khi nhiệt độ giảm, nhưng đồng và nhôm lại không bị giòn.

2. Vật liệu phi kim loại

Các vật liệu phi kim loại thường dùng trong kỹ thuật lạnh chủ yếu là cao su, chất dẻo, amiăng, nhựa nhân tạo, thuỷ tinh hữu cơ và gỗm. Các vật liệu này chủ yếu dùng làm chất cách điện, cách nhiệt hay đệm kín. Thuỷ tinh còn dùng làm kính quan sát, chất dẻo thể dùng làm gioăng và màng. Vật liệu cách điện động cơ có thể ở dạng sơn hay tấm, bảng. Phổ biến và rất quan trọng là các vật liệu phi kim loại phải có các tính chất cơ, lý, hoá học và nhiệt - vật lý phù hợp.

Các vật liệu hữu cơ thường dùng làm gioăng đệm hoặc cách điện có thể bị trương phồng hay hoà tan trong các freôn.

Các freôn R22, R13, R114, R115... không làm trương phồng các vật liệu chất dẻo và cao su tự nhiên như R11 hay R12, thế nhưng hỗn hợp dầu bôi trơn và freôn lại làm tăng ảnh hưởng và phản ứng của freôn với các chất hữu cơ đàn hồi đó.

Các vật liệu phi kim loại vô cơ về cơ bản không tác dụng với các môi chất lạnh. Các chất vô cơ tự nhiên như thuỷ tinh, gỗm hoặc amiăng thường được trộn với các chất đàn hồi để làm đệm kín.

Các tạp chất có thể tạo thành trong quá trình làm việc của môi chất lạnh như ẩm, dầu bôi trơn, không khí và các loại bụi bẩn, cặn xỉ... lại có thể phản ứng với nhau tạo ra các chất hoá học ăn mòn kim loại. Vì vậy trong các hệ thống lạnh, nhất là các hệ thống với máy nén kín, việc làm sạch hệ thống là cực kỳ quan trọng.

Tuỳ theo từng loại, các vật liệu phi kim loại có các tính chất vật lý và cơ học phụ thuộc ít hay nhiều vào nhiệt độ.

Các tính chất của thuỷ tinh và gỗm hầu như không phụ thuộc vào nhiệt độ.

Sự phụ thuộc nhiệt độ của các chất dẻo mềm, chất dẻo cứng và của chất đàn hồi rất khác nhau.

Ở nhiệt độ -20°C đến -30°C , tính dẻo của vật liệu đã giảm đi nhiều và trở nên cứng và giòn.

Ở vật liệu đàn hồi khi nhiệt độ giảm đến giá trị nào đó có thể trở nên giòn hoặc cũng có thể dễ gãy cong hơn. Ni, len, cao su... nhưng vào nitơ lỏng (-196°C) sẽ trở nên giòn và dễ vỡ như thuỷ tinh, tính chất này được áp dụng trong quy trình công nghệ sản xuất.

Trong môi trường freôn các vật liệu dẻo thường gấp có các đặc tính sau:

- Polyeste: bền, không bị ăn mòn
- Polystyrol (PS): không bền vững, không nên dùng.
- Polyurethan (PU): bền, ổn định
- Nhựa épôxi: phần lớn là ổn định, không bị trương phồng
- Polyamit: không bị phân huỷ, có thể không biến dạng nhưng cũng có thể trở nên giòn
- Polyetylen (PE): bị trương phồng và có thể bị hòa tan từng phần
- Polypropylen (PP): bị trương phồng
- Polyvinylchlorit (PVC): nói chung giống PE và PP, không bền vững
- Polytetrafloetylén (PTFE): bền, chống ăn mòn.

Các vật liệu phi kim loại thường dẫn nhiệt kém (hệ số dẫn nhiệt ở nhiệt độ 20°C thường chỉ bằng $0,15 \div 0,5 \text{W/mK}$ - tức là bằng 1/100 đến 1/1000 độ dẫn nhiệt của kim loại) và khi nhiệt độ giảm thì khả năng dẫn nhiệt cũng giảm.

Nói chung, cần phải thận trọng khi sử dụng các loại chất dẻo và các chất hữu cơ trong máy lạnh freon. Cần chú ý đến tính lão hóa nhanh và tính mòn nhanh của chất dẻo, nhất là khi tiếp xúc với môi chất lạnh có tác dụng của dầu bôi trơn, ẩm và các sản phẩm thứ cấp của chúng.

Các chất dẻo lại có tính bền và chịu ăn mòn rất cao.

VII. VẬT LIỆU CÁCH NHIỆT

1. Nhiệm vụ của vật liệu cách nhiệt

Các vật liệu cách nhiệt dùng trong hệ thống lạnh có nhiệm vụ hạn chế dòng nhiệt truyền từ ngoài môi trường có nhiệt độ cao hơn vào phòng lạnh, đường ống hay các thiết bị làm việc ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ môi trường qua vách ống, vỏ thiết bị hay kết cấu bao che của phòng lạnh, bể lạnh. Chính những dòng nhiệt này gây nên tổn thất lạnh, tăng tiêu hao năng lượng, chi phí vốn đầu tư, chi phí vận hành,...

Để phát huy được tác dụng, chiều dày lớp cách nhiệt phải được tính toán theo hai điều kiện cơ bản sau:

1- Vách ngoài của kết cấu bao che, của ống dẫn hay của thiết bị không đóng sương.

2- Tổng chi phí cho một đơn vị lạnh là thấp nhất.

Chi phí để có được một đơn vị công suất lạnh (W, kW, kcal/h,...) gồm chi phí vốn đầu tư và chi phí vận hành.

Cách nhiệt càng dày, chi phí vốn đầu tư cho cách nhiệt càng lớn, nhưng ít tổn thất lạnh nên chi phí vận hành lại giảm (yêu cầu công suất lạnh phát ra, tiêu thụ điện cho động cơ máy nén, bơm, quạt và chi phí khác ít hơn). Ngược lại, cách nhiệt càng mỏng thì chi phí đầu tư giảm nhưng lạnh tổn thất nhiều và chi phí vận hành lại tăng.

Vì vậy, chiều dày cách nhiệt phải được xác định theo điều kiện tối ưu tổng hợp: tổng chi phí vốn và chi phí vận hành là nhỏ nhất.

2. Những yêu cầu đối với vật liệu cách nhiệt

Một vật liệu cách nhiệt lý tưởng phải đáp ứng được yêu cầu sau đây:

- Khả năng dẫn nhiệt kém (hệ số dẫn nhiệt λ phải nhỏ nhất)
- Khối lượng riêng bé
- Khả năng hấp thụ hơi nước nhỏ
- Độ bền cơ và độ dẻo cao
- Chịu ở nhiệt độ thấp và không gây ăn mòn các vật liệu xây dựng tiếp xúc với nó
- Không cháy hoặc không dễ cháy
- Không hấp mùi và cũng không phát ra mùi khó chịu
- Không gây nấm mốc và phát sinh vi khuẩn, không bị chuột hay sâu bọ đục phá
- Không độc hại đối với sức khoẻ con người
- Không độc hại đối với sản phẩm bảo quản hoặc làm biến chất các sản phẩm đó.
- Rẻ tiền, dễ kiếm, dễ vận chuyển, lắp đặt và sửa chữa.
- Dễ gia công và không đòi hỏi nhiều bảo dưỡng đặc biệt.

Thực tế, không có vật liệu lý tưởng. Khi chọn một vật liệu cách nhiệt cần lợi dụng triệt để các ưu điểm và hạn chế đến mức thấp nhất nhược điểm trong từng trường hợp ứng dụng cụ thể, nhưng phải ưu tiên những vật liệu đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật và kinh tế quan trọng nhất.

Đặc tính quan trọng nhất của vật liệu cách nhiệt là hệ số dẫn nhiệt (λ) phải nhỏ.

Hệ số dẫn nhiệt của một số vật liệu cách nhiệt ở nhiệt độ thấp được trình bày trên các đồ thị. Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu cách nhiệt phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như: khối lượng riêng, cấu trúc của bọt xốp (độ lớn, cách sắp xếp các lỗ

khí, cấu tạo của phần rắn,...) nhiệt độ, áp suất chất khí chứa trong các lỗ, độ ẩm và độ khuếch tán hơi và không khí trong thời gian sử dụng.

Khối lượng riêng của vật liệu là khối lượng của một đơn vị thể tích kể cả các khoang rỗng khí. Vật liệu càng xốp, thể tích rỗng chứa khí càng lớn, hệ số dẫn nhiệt càng nhỏ do không khí thường dẫn nhiệt kém hơn các vật liệu khác.

Hệ số dẫn nhiệt của các vật liệu cách nhiệt đặc trưng cho dòng nhiệt truyền qua vách bao che. Hệ số dẫn nhiệt của không khí hay các chất khí đứng im đạt giá trị nhỏ nhất, vì lúc đó thành phần truyền nhiệt đối lưu (do sự dịch chuyển của khối khí) bỏ qua. Vì thế, để có khả năng truyền nhiệt kém nhất, phương pháp duy nhất là tạo cho vật liệu cách nhiệt ở dạng xốp với những lỗ chứa khí kích thước đủ nhỏ.

Khả năng dẫn nhiệt của các vật liệu cách nhiệt giảm khi nhiệt độ giảm trừ một số kim loại tinh khiết đạt cực đại ở nhiệt độ - 223 đến -263°C.

Chân không có khả năng cách nhiệt lý tưởng. Tuy nhiên khó có thể tạo chân không trong các lỗ của vật liệu xốp vì ẩm và không khí luôn thẩm thấu vào vật liệu. Chỉ có thể tạo lớp chân không cách nhiệt trong các bình hai vỏ bình thuỷ tinh (phích nước, phích đá) hoặc bằng thép (phích nóng - lạnh, chai cryô).

3. Một số vật liệu cách nhiệt thường dùng

3.1. Không khí

Không khí có hệ số dẫn nhiệt rất nhỏ, ở áp suất khí quyển $\lambda = 0,025 \text{ W/mK}$. Đây cũng là giới hạn mà một số vật liệu cách nhiệt xốp có thể đạt được. Để tạo ra các vật liệu cách nhiệt có khả năng dẫn nhiệt nhỏ hơn nữa, cần phải tìm được các chất khí có hệ số dẫn nhiệt nhỏ hơn của không khí.

Một số bọt xốp polyurêthan đạt hệ số dẫn nhiệt nhỏ hơn của không khí do sử dụng một vài loại freôn có λ nhỏ (như R11). Để tránh khuếch tán hơi nước và không khí, các loại bọt xốp này thường được bọc kín ngay bằng vật liệu không thấm ẩm. Không khí ẩm có khả năng truyền nhiệt lớn hơn nhiều không khí khô, vì vậy khi bị ẩm khả năng cách nhiệt của vật liệu giảm đi rõ rệt, bởi vậy cách nhiệt lạnh bao giờ cũng đi đôi với cách ẩm.

3.2. Các chất vô cơ tự nhiên

Các vật liệu cách nhiệt là những chất vô cơ tự nhiên như gốm, thuỷ tinh, amiăng thường được gia công thành sản phẩm hay bán sản phẩm trước khi sử dụng ở dạng tấm, sợi, bông... đó là các loại bông thuỷ tinh, bông xỉ, thuỷ tinh bọt, sợi amiăng, sợi gốm...

3.3. Các chất hữu cơ tự nhiên

Các chất hữu cơ tự nhiên như lie, trấu, xơ dừa, mùn cưa... cũng có thể dùng làm vật liệu cách nhiệt lạnh, tuy nhiên cần phải có các biện pháp chống chuột, chống mối, chống ẩm và có công nghệ tiện dùng, kinh tế.

3.4. Các chất hữu cơ nhân tạo

Các vật liệu cách nhiệt chế tạo từ các chất hữu cơ hiện nay được sử dụng nhiều nhất để cách nhiệt lạnh. Chúng có khả năng cách nhiệt tốt, được sản xuất với quy trình công nghệ ổn định về chất lượng, kích thước, dễ gia công lắp ghép và ứng dụng kinh tế hơn. Các vật liệu có ý nghĩa nhất hiện nay là polystrol (stirôpo), polyurethan, polyétylen, nhựa phenon và nhựa urê phocmađêhit.

Xốp stirôpo và polyurêthan được sử dụng rộng rãi để cách nhiệt cho các buồng lạnh đến nhiệt độ -180°C .

Bọt xốp polystyrol còn được sử dụng nhiều trong các công trình điều hòa không khí và làm vật liệu cách nhiệt cho các nhiệt độ không quá 80°C . Polystyrol dễ cháy, gần đây đã xuất hiện các loại polystyrol khó cháy do được trộn các phụ gia chống cháy.

Polyurêthan gần đây rất được ưa chuộng để cách nhiệt các phòng lạnh, quầy lạnh, tủ lạnh và đường ống của hệ thống lạnh công nghiệp. Nó có ưu điểm là độ bền đảm bảo, dễ chế tạo do khi tạo bọt không cần gia nhiệt như stirôpo và thường được chế tạo thành những tấm săn để lắp ghép cho các buồng lạnh khác nhau. Khả năng cách nhiệt của polyurêthan rất tốt do sử dụng freôn R11 là các chất bọt, tuy nhiên hiện nay người ta đang tìm các môi chất khác để thay thế R11 vì chất này làm suy giảm tầng ôzôn và gây hiệu ứng làm nóng trái đất.

Bảng 5.4 giới thiệu các thông số cơ bản của một số vật liệu cách nhiệt, với μ là hệ số trờ ẩm, σ là ứng suất bền khi nén. Chất sinh khí tạo bọt xốp là R11.

Bảng 5.4. Tính chất của một số vật liệu cách nhiệt

Vật liệu	ρ (kg/m^3)	λ (W/mK)	μ	σ nén (N/cm^2)	t_{\max} ($^{\circ}\text{C}$)
Bọt xốp stirôpo	10 - 60	0,03-0,04	40-150	10 - 25	80
Bọt xốp Polyurêthan	30 - 50	0,023-0,03	30-60	15 - 30	120
Bọt xốp nhựa Urê	10 - 15	0,035	1,5-3,5	1	120

Bột xốp PVC	40 - 60	0,03 - 0,04	150 - 300	30 - 50	70
Bột xốp nhựa phenon	30 - 60	0,035 - 0,04	30 - 50	20 - 40	150
Bột thuỷ tinh	130 - 350	0,05 - 0,06	∞	70	430
Lie	150 - 350	0,04 - 0,05	3 - 20	-	-
Các loại sợi khoáng	20 - 250	0,035 - 0,05	1 - 7		
Bột polyetylen	35	0,023	3000	25 - 35	110
Bột perlit	35 - 100	0,03 - 0,05			
Bột acrosil	60 - 80	0,023 - 0,03			
Alfol nhiều lớp	1 - 8	0,023 - 0,05			
Wellit	40 - 100	0,04 - 0,06			

VIII. VẬT LIỆU HÚT ẨM

1. Công dụng

Vật liệu hút ẩm trong hệ thống làm lạnh chủ yếu dùng để hút ẩm (nước hay hơi nước lẫn trong môi chất và dầu) giữ lại các axít, các chất lạ sinh ra trong quá trình vận hành máy lạnh. Như vậy các chất hút ẩm trong máy lạnh có tác dụng "sấy khô" môi chất lạnh và dầu, loại trừ tác hại của ẩm trong hệ thống lạnh có thể gây ra cho dầu bôi trơn các chi tiết máy và các thiết bị.

Nhờ có chất hút ẩm loại trừ ẩm trong máy mà các hệ thống lạnh freôn tránh được hiện tượng tắc ẩm.

Trong hệ thống lạnh, các vật liệu hút ẩm thường ở dạng hạt và được đựng trong các phin sấy hay phin sấy - lọc.

2. Phân loại

Dựa trên nguyên lý hút ẩm người ta phân các vật liệu hút ẩm thành 3 loại:

2.1. Các chất hấp phụ ẩm

Đó là các chất rắn hút ẩm theo nguyên lý liên kết cơ học và được gọi là các chất hấp phụ (hay hấp thụ rắn) như silicagen SiO_2 , đất sét hoạt tính Al_2O_3 , zeolít (silicát nhôm, kali, natri và canxi).

Các chất hấp phụ có thể dùng để hút ẩm cho tất cả các loại môi chất lạnh và có thể đặt ở đường lỏng và đường hơi của hệ thống.

2.2. Các chất hấp thụ ẩm

Các chất này được liên kết hóa học với hơi nước trong hệ thống tạo ra các tinh thể ngậm nước hoặc hydrat. Quá trình đó gọi là quá trình hấp thụ. Các chất thuộc nhóm này hay gặp là sunphát canxi CaSO_4 , clorua caxi CaCl_2 và perclorat manhe $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$.

2.3. Các chất hút ẩm qua phản ứng hóa học

Các chất như ôxyt canxi CaO (vôi sống), ôxyt bara BaO , pentôxit phôtpho P_2O_5 sẽ có tác dụng hóa học với nước trong hệ thống lạnh để tạo thành các chất mới.

3. Các vật liệu hút ẩm thường dùng

3.1. Zeolit

Zeolit dùng trong hệ thống lạnh có công thức $\text{Na}_{12}(\text{AlO}_2)_{12}$, ký hiệu là 4A hay 4A dùng trong môi chất freon R12 và R22. Hiện nay người ta có thể chế tạo được các loại zeolit có diện tích bề mặt lớn đến $800\text{m}^2/\text{g}$ với kích thước lỗ.

Zeolit có khả năng hấp phụ ẩm rất tốt và ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ, vì vậy nó được dùng để hút ẩm trong các hệ thống lạnh freon. Khả năng hấp phụ của nó lớn gấp 5 lần của silicagen. Các phin sấy zeolit có thể đặt ngay cạnh máy nén; dàn ngưng hay bình chứa cao áp mà không sợ nhiệt độ cao.

Về nguyên tắc, khi đã bão hòa zeolit có thể được tái sinh phục hồi khả năng hút ẩm bằng cách gia nhiệt tới nhiệt độ $450 - 500^\circ\text{C}$. Tuy nhiên, thực tế là các zeolit đã làm việc trong hệ thống lạnh thường đã bị nhiễm bẩn và dầu nên việc tái sinh là ít hiệu quả. Vì vậy, nói chung không nên tái sinh phin sấy cũ mà nên thay mới khi cần.

3.2. Silicagel

Cùng với zeolit, silicagel là chất rắn hấp phụ có thể dùng cho các hệ thống lạnh freon. Silicagel là SiO_2 ở dạng xốp không định hình, kích thước lỗ không cố định, diện tích riêng bề mặt khoảng $500 \text{ m}^2/\text{g}$.

Khả năng hấp phụ của silicagel giảm ngay từ khi nhiệt độ tăng đến $40 - 50^\circ\text{C}$, vì thế không bố trí phin sấy silicagel gần các thiết bị có nhiệt độ cao như máy nén, dàn ngưng hay bình chứa cao áp. Khả năng hấp phụ của silicagel có thể được tái sinh nếu sấy nó ở nhiệt độ 120 đến 200°C trong vòng 12 giờ. Tuy

vậy, cũng như đối với zeolit, hiệu quả tái sinh silicagel rất hạn chế, nên thay phin sấy mới khi cần thiết.

3.3. Các chất hút ẩm khác.

Đất sét hoạt tính cũng có cấu trúc tương tự, có khả năng hút ẩm và các loại axít, bazơ. Hiện nay người ta đang nghiên cứu để sử dụng đất sét hoạt tính làm chất chống ẩm trong hệ thống lạnh.

Các chất lỏng hấp thụ ẩm thực tế không được sử dụng để hút ẩm trong các hệ thống lạnh vì nhiều nhược điểm do tính chất cơ, hóa, lý của nó.

Các chất có phản ứng hóa học với nước tuy có hiệu quả khử ẩm rất cao, nhưng vì khi tác dụng hóa học chúng lại tạo ra các chất mới khác nên thực tế không thể dùng trong các hệ thống lạnh được. Với sống, oxytbari bố trí trong hệ thống lạnh có thể tạo ra các loại axít và bazơ gây ăn mòn thiết bị, làm lão hóa và phá huỷ dầu bôi trơn, phá huỷ sơn cách điện trong các máy nén kín và nửa kín...

IX. DẦU BÔI TRƠN

1. Nhiệm vụ

Dầu bôi trơn được sử dụng trong các hệ thống lạnh có máy nén cơ. Nhiệm vụ chủ yếu của dầu bôi trơn là:

- Bôi trơn các chi tiết chuyển động của máy nén, các bề mặt ma sát, giảm ma sát và tổn thất năng lượng do ma sát gây nên.

Các máy nén và máy dãn nở oxy không dùng dầu bôi trơn vì khí nén, dầu gây ra cháy nổ, nổ nguy hiểm, còn khi dãn nở thì nhiệt độ hạ đột ngột và dầu bị đông cứng ngay lập tức.

- Làm nhiệm vụ tải nhiệt từ các bề mặt ma sát ở pittông, xylanh, ổ bi, ổ bạc... ra vỏ máy để tỏa ra môi trường, đảm bảo nhiệt độ ở các vị trí trên không quá cao.

- Chống rò rỉ môi chất cho các cụm bit kín và đệm kín dầu trực.
- Giữ kín các khoang nén trong máy nén trực vít.

2. Yêu cầu với dầu bôi trơn trong hệ thống lạnh

Dầu bôi trơn chủ yếu nằm ở các - te máy nén và tiếp xúc trực tiếp với môi chất lạnh lưu động qua tất cả các thiết bị của hệ thống. Vì vậy dầu kỹ thuật lạnh phải thoả mãn các yêu cầu rất khắt khe.

- Có tính chống mài mòn và chống sày sát bề mặt tốt.

- Có độ nhớt thích hợp đảm bảo bôi trơn các chi tiết.
 - Có độ tinh khiết cao, không chứa các thành phần có hại cho hệ thống lạnh như ẩm, a xit, lưu huỳnh và không được hút ẩm.
 - Nhiệt độ bốc cháy phải cao hơn nhiều so với nhiệt độ cuối quá trình nén. Nhiệt độ đông đặc phải thấp hơn nhiều so với nhiệt độ sau tiết lưu và nhiệt độ bay hơi.
 - Nhiệt độ lưu động phải thấp hơn nhiệt độ bay hơi để đảm bảo tuần hoàn trong hệ thống dễ hồi dầu về máy nén.
 - Không gây cháy, nổ.
 - Không bị phân hủy trong phạm vi nhiệt độ vận hành (thường từ -60 đến 150°C , đặc biệt với máy lạnh ghép tầng có thể đến -80 đến 110°C).
 - Không có phản ứng hóa học với môi chất lạnh, với các vật liệu chế tạo máy và thiết bị, dây điện, sơn cách điện, vật liệu hút ẩm,...
 - Tuổi thọ phải cao và bền vững, đặc biệt trong các hệ thống với máy nén kín, có thể làm việc liên tục 20 đến 25 năm ngang với tuổi thọ của lốc tủ lạnh.
 - Không độc hại.
 - Rẻ tiền, dễ kiếm.
- Ngoài ra, với các hệ thống có máy nén kín và nửa kín, dầu phải có độ cách điện cao ở cả pha lỏng và hơi, không dẫn điện.

Tính chất hoà tan hay không tan của dầu vào môi chất lạnh có tính chất hai mặt của nó: Dầu hoà tan vào môi chất thì dễ tổ chức bôi trơn nhưng lại làm giảm nhiệt độ bay hơi. Dầu không hoà tan vào môi chất thì dễ tạo thành lớp trên bề mặt thiết bị trao đổi nhiệt cản trở quá trình truyền nhiệt nhưng lại không làm giảm nhiệt độ bay hơi.

Trong thực tế, ta chỉ có thể tìm được các loại dầu thích hợp cho từng trường hợp cụ thể và phải ưu tiên các ưu điểm chính thỏa mãn điều kiện kinh tế - kỹ thuật.

3. Phân loại và ký hiệu dầu bôi trơn

Dầu kỹ thuật lạnh có thể được chia thành hai nhóm chính là dầu khoáng và dầu tổng hợp. Ngoài ra còn một nhóm phụ là dầu khoáng có phụ gia tổng hợp gọi là dầu hỗn hợp.

3.1. Dầu khoáng: ký hiệu là M

Là loại dầu được lọc từ dầu thô, dùng thích hợp nhất trong các hệ thống lạnh là các loại dầu gốc là Naphthen.

Nó có thể để bôi trơn các loại máy lạnh amôniắc và máy lạnh freôn R22, R502 và R12 như M46-68, M68, M46, M100.

3.2. Dầu tổng hợp

Dầu tổng hợp có 4 loại chính ký hiệu là A,P,E,G.

- Dầu tổng hợp A: Đây là loại dầu tổng hợp thường được chiết từ khí thiên nhiên, gốc Benzen Alkyl. Nó có độ ổn định nhiệt cao hơn dầu khoáng, vì thế tuy nó có độ hoà tan cao trong các môi chất (H) CFC (các freôn) và được dùng trong cả các hệ thống amôniắc, giảm được nguy cơ cácbon hoá như A46, A68, A100, A46-68...

- Dầu tổng hợp P:

Là dầu tổng hợp gốc Polyalphaolefin, có độ ổn định nhiệt - hoá cao nên thường được dùng trong các máy nén làm việc ở nhiệt độ cao như bơm nhiệt.

Loại dầu này cũng rất phù hợp với các hệ thống lạnh amôniắc vì nó rất bền vững khi trong hệ thống có không khí. Nhiệt độ đông đặc của dầu P thấp nên nó được dùng thích hợp trong các hệ thống lạnh amôniắc vì nó rất bền vững khi trong hệ thống có không khí. Nhiệt độ đông đặc của dầu P thấp nên nó được dùng thích hợp trong các hệ thống lạnh NH₃, nhiệt độ thấp, nhưng lại ít hoà tan trong freôn ở nhiệt độ bay hơi thấp.

Các loại dầu P hay được dùng trong các hệ thống NH₃ đến nhiệt độ - 50°C hoặc trong hệ thống R22 ở nhiệt độ cao hơn -20°C là P68, P100, P150, P220, trong đó đặc biệt phù hợp cho NH₃ là P68.

- Dầu tổng hợp E:

Khác với các loại dầu M và P, dầu E tổng hợp trên cơ sở este hoà tan một phần trong các môi chất lạnh không chứa clo (HFC) như R134a, nên nó được dùng trong các hệ thống này và cũng có thể dùng cho hệ thống R22 đến -40°C như E68, E100, E150, còn E46, E220 chỉ dùng cho hệ thống R134a.

- Dầu tổng hợp G:

Là loại dầu tổng hợp trên cơ sở của Polyglycol, được chiết từ khí thiên nhiên Etan và Propan. Các loại dầu thuộc nhóm này có ký hiệu G150 hoặc G159-200.

3.3. Dầu hỗn hợp

Có 3 loại chính ký hiệu là MA, AP và MP.

- Dầu hỗn hợp MA:

Đó là hỗn hợp của dầu A và dầu M (dầu tổng hợp A và dầu khoáng M). Nó có độ ổn định cao hơn và ít bị sủi bọt trong máy nén hơn dầu khoáng và có thể dùng trong các hệ thống NH₃ đến nhiệt độ - 50°C, trong các hệ thống R22, R12 và R502 như các loại dầu MA46, MA46-68, MA68, MA100.

- Dầu hỗn hợp của dầu khoáng và dầu Polyalpha - ôlêfin. Nó rất phù hợp với hệ thống lạnh NH₃, nhiệt độ thấp, ở đó dễ có không khí lọt vào hệ thống nhưng dầu MP khó bị oxy hoá, lại có nhiệt độ đông đặc thấp. Hay được dùng là loại dầu AP46, AP68, và AP100.

Các loại dầu lạnh của các hãng sản xuất khác nhau dùng trong các hệ thống lạnh được giới thiệu chi tiết hơn trong tài liệu [2].

4. Các tính chất cơ bản

Các tính chất của dầu máy lạnh trình bày dưới đây là căn cứ theo tiêu chuẩn quốc tế (ISO) về dầu máy lạnh.

4.1. Khối lượng riêng

Chỉ tiêu khối lượng riêng rất có ý nghĩa khi chọn loại dầu bôi trơn máy lạnh. Dầu có khối lượng riêng lớn hơn của môi chất không hoà tan dầu sẽ định lại ở các phần thấp nhất trong hệ thống. Khối lượng riêng của các loại dầu cũng không giống nhau: dầu Benzen Alkyl nhẹ hơn, còn dầu Polyglycol nặng hơn dầu khoáng. Dầu khoáng có hàm lượng parafin lớn hơn sẽ có khối lượng riêng thấp hơn dầu Naphthen.

4.2. Độ nhớt

Theo ISO, các loại dầu bôi trơn được phân theo các nhóm tùy theo các độ nhớt và được ký hiệu bằng số ISO VG (ISO VG N₀). Tương ứng với ISO VG N₀, độ nhớt dầu tính bằng cST (centistôc) ở +40°C sẽ nằm giữa hai giá trị cho trong bảng 5.5. Chẳng hạn ở +40°C độ nhớt của dầu 68 sẽ ở 61,2 và 74,8 cST.

Bảng 5.5.Tiêu chuẩn quốc tế về độ nhớt của dầu

ISO VG N ₀	Khoảng độ nhớt động ở +40°
15	13,5 ÷ 16,5
22	19,8 ÷ 24,2
32	28,8 ÷ 35,2
46	41,4 ÷ 50,6

68	$61,2 \div 74,8$
100	$90,0 \div 110,0$
150	$135,0 \div 165,0$
220	$198,0 \div 242,0$
320	$288,0 \div 352,0$
460	$414,0 \div 506,0$

4.3. Điểm bắt lửa

Điểm bắt lửa hay nhiệt độ bắt lửa là nhiệt độ mà hơi dầu từ một thùng chứa hở, bị gia nhiệt có thể bốc cháy khi đưa ngọn lửa vào. Nó dùng để xác định tính ổn định của dầu ở nhiệt độ cao. Dầu có điểm bắt lửa cao sẽ có áp suất hơi thấp và dễ tách ra khỏi hơi thải trong bình tách dầu, do đó giảm được lượng dầu cuốn theo từ máy nén vào hệ thống. Các loại dầu như vậy có thể được dùng rất thích hợp trong các hệ thống amôniắc.

4.4. Điểm lưu động

Là nhiệt độ mà dầu đặc quánh lại và không chuyển động trong vòng 5 giây khi đặt nằm ngang bình chứa này. Theo tiêu chuẩn thì nhiệt độ điểm lưu động thấp hơn nhiệt độ xác định như trên 3°C .

Điểm lưu động rất có ý nghĩa với các loại dầu dùng cho hệ thống lạnh NH_3 , vì dầu có nhiệt độ lưu động thấp sẽ dễ tháo ra khỏi hệ thống phía áp lực thấp.

Thông thường có thể sử dụng dầu ở nhiệt độ bay hơi của hệ thống thấp hơn nhiệt độ lưu động mà không gây nên những hậu quả xấu.

Để giảm lượng dầu bị cuốn đi từ máy nén trong hệ thống NH_3 có nhiệt độ thấp hơn -40°C , nên có các bình tách dầu hiệu quả cao hoặc dùng các dầu P hay AP.

4.5. Điểm vẩn đục

Là nhiệt độ mà khi hỗn hợp R12 với 10% dầu thì nó trở nên vẩn đục do tạo thành các phân tử sắp bị phân ly từ dầu khi bị làm lạnh.

Với các loại dầu E điểm vẩn đục được đo khi hỗn hợp 10% dầu với 90% R134a như chỉ dẫn của hãng cung cấp dầu.

Điểm vẩn đục có vai trò đặc biệt quan trọng khi chọn dầu cho các hệ thống lạnh có môi chất hòa tan dầu như các hệ thống freôn (H) CFC.

Dầu có điểm vắn đục thấp tức là có hàm lượng sáp nhỏ và do đó rất phù hợp với các hệ thống lạnh freon (H) CFC làm việc với nhiệt độ bay hơi thấp.

4.6. Điểm anilin

Là nhiệt độ (đo bằng độ C) mà dầu trở nên một hỗn hợp trong suốt với anilin nguyên chất. Nó biểu thị số lượng các bon chưa no có trong dầu và rất có ý nghĩa khi xác định độ tương hợp của dầu khi tiếp xúc với những loại cao su khác nhau.

Đa số dầu máy lạnh có điểm anilin rất thấp và ít có khả năng phân huỷ các gioăng dệm cao su, trừ các loại dầu P.

Câu hỏi

1. Hệ thống điều khiển tự động của thiết bị lạnh gồm các loại thiết bị nào? Chức năng của nó trong hệ thống lạnh?
2. Khái niệm về hệ thống điều chỉnh tự động và vai trò của nó. Sơ đồ công nghệ và sơ đồ nguyên lý của hệ thống điều chỉnh tự động áp suất ngưng tụ?
3. Hệ thống bảo vệ tự động gồm những thiết bị nào? Vai trò của nó. Giải thích sơ đồ bảo vệ động cơ điện theo tín hiệu của role áp suất cao?
4. Khái niệm về hệ thống tín hiệu tự động? Tại sao nó lại được gọi là hệ thống tự động hóa "hở"?
5. Hệ thống đo lường tự động gồm các phần tử nào? Đây là hệ thống hở hay kín, tại sao?
6. Có mấy phương pháp chính điều chỉnh liên tục công suất lạnh? Nói rõ nội dung từng phương pháp?
7. Các phương pháp điều chỉnh nhảy cấp công suất lạnh?
8. Nhiệm vụ chung của tự động hóa thiết bị ngưng tụ là gì?
9. Giải thích sơ đồ tự động hóa thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước?
10. Tự động hóa thiết bị ngưng tụ làm mát bằng không khí được thực hiện theo những cách nào? Cho ví dụ.
11. Điều chỉnh chế độ làm việc của thiết bị bay hơi người ta thường dựa trên thông số điều chỉnh nào? Tại sao? Đặc điểm điều chỉnh thiết bị bay hơi amoniắc và freon?
12. Có mấy loại van tiết lưu tự động? Nguyên lý hoạt động của từng loại để điều chỉnh cấp lỏng thiết bị bay hơi?

13. Khi làm việc, máy nén có thể gặp những nguy hiểm gì cần được bảo vệ? Phương pháp và thiết bị bảo vệ máy nén trong các tình huống khác nhau?
14. Giải thích sơ đồ và nguyên lý bảo vệ hệ thống lạnh?
15. Vẽ và giải thích phương pháp điều chỉnh mức lỏng trong bình hay hơi kiểu ngập bằng van phao kết hợp với van điện từ.
16. Vẽ và giải thích phương pháp điều chỉnh nhiệt độ phòng bằng thermostat và van điện từ.
17. Hãy liệt kê các thông số cần bảo vệ cho máy nén và động cơ máy nén lạnh công nghiệp.

PHỤ LỤC

Bảng I

KÝ HIỂU MÔI CHẤT LẠNH

Ký hiệu	Tên gọi	Công thức hóa học	Khối lượng mol	Nhiệt độ sôi °C
CÁC CHẤT HALOCARBON				
R10	Carbontetraclorua	CCl ₄	153,8	76,8
R11	Triclononoflometan	CCl ₃ F	137,4	23,8
R12	Diclodiflometan	CCl ₂ F ₂	120,9	-29,8
R13	Monoclotriflometan	CClF ₃	104,5	-81,4
R13B1	Monobromtriflometan	CBrF ₃	148,9	-57,6
R14	Carbontetrafluorua	CF ₄	88,0	-128,0
R20	Triclotometan (Cloform)	CHCl ₃	119,4	61,1
R21	Diclononoflometan	CHCl ₂ F	102,9	8,9
R22	Monoclodiflometan	CHClF ₂	86,5	-40,8
R23	Trifolometan	CHF ₃	70,0	-82,1
R30	Methylen clorua	CH ₂ Cl ₂	84,9	40,7
R31	Monoclomonoflometan	CH ₂ ClF	68,5	-9,0
R32	Methylen florua	CH ₂ F ₂	52,0	-51,9
R40	Methy clorua	CH ₃ Cl	50,5	-23,8
R41	Methyl florua	CH ₃ F	30,0	-78,3
R50	Metan	CH ₄	16,0	-161,7
R110	Hexacloetan	CCl ₃ - CCl ₃	236,8	185,0
R111	Pentaclononoflometan	CCl ₃ - CCl ₂ F	220,3	137,2
R112	Tetraclodiflometan	CCl ₃ - CCIF ₂	203,8	92,8
R112a	Tetraclodiflometan	CCl ₃ - CF ₃	203,8	91,0
R113	Triclotriflometan	CClF ₂ - CCIF ₂	187,4	47,7
R113a	Triclotriflometan	CCl ₃ - CF ₃	187,4	45,7
R114	Diclotetraflometan	CClF ₂ - CCIF ₂	170,9	3,6
R114a	Diclotetraflometan	CCl ₂ F - CF ₃	170,9	3,6
R114B2	Dibromtetraflometan	CBrF ₂ - CBrF ₂	259,9	47,5
R115	Monoclopentaflometan	CClF ₂ - CF ₃	154,5	-38,5
R116	Hexafloetan	CF ₃ - CF ₃	138,0	-78,2
R120	Pentacloetan	CHCl ₂ - CF ₃	202,3	162,2
R123	Diclotriflometan	CHClF - CF ₃	153,0	28,7
R124	Monoclotetraflometan	CHF ₂ - CCIF ₂	136,5	-12,0
R124a	Monoclotetraflometan	CHF ₂ - CCIF ₂	136,5	-10,0
R125	Pentaflometan	CHF ₂ - CF ₃	120,0	-48,3
R133a	Monoclotriflometan	CH ₃ Cl - CF ₃	118,5	6,1
R134a	Tetrafloetan	CH ₂ F - CF ₃	102,0	-26,5
R140a	Tricloetan	CH ₃ - CCl ₃	133,4	73,9
R142b	Monoclodiflometan	CH ₃ - CCl ₂ F	100,5	-9,1
R143a	Trifloetan	CH ₃ - CF ₃	84,0	-47,6
R150a	Dicloetan	CH ₃ - CHCl ₂	98,9	60,0
R152a	Difloetan	CH ₃ - CHF ₂	66,0	-25,0
R160	Ethyl Clorua	CH ₃ - CH ₂ Cl	64,5	12,2
R170	Etan	CH ₃ - CH ₃	30,0	-88,6
R218	Octaflopropan	CF ₃ - CF ₂ - CF ₃	188,0	-38,0
R290	Propan	CH ₃ - CH ₂ - CH ₃	44,0	-42,3

CÁC CHẤT HỮU CƠ CẤU TRÚC VÒNG				
RCS16	Dictohexafluorocyclobutan	$C_4Cl_2F_4$	233	60
RCS17	Monocloheptafluorocyclobutan	C_4ClF_7	216,5	25
RCS18	Octafluorocyclobutan	C_4F_8	200	- 6,4
CÁC HỖN HỢP ĐỒNG SỐI				
R500	73,8% R12 và 26,2% R152a kg/kg		99,29	- 33,5
R501	75,0% R22 và 25,0% R12 kg/kg		93,1	- 41,5
R502	48,8% R22 và 51,2% R115 kg/kg		112,0	- 45,4
R503	40,1% R23 và 59,9% R13 kg/kg		87,50	- 87,9
R504	48,2% R32 và 57,8% R115 kg/kg		79,90	- 57,2
Ký hiệu	Tên gọi	Công thức hóa học	Khối lượng mol	Nhiệt độ sôi °C
CÁC CHẤT HỮU CƠ KHÁC				
CÁC HYDROCARBON				
R50	Metan	CH_4	16	- 161,7
R170	Etan	$CH_3 - CH_3$	30	- 88,6
R290	Propan	$CH_3 - CH_2 - CH_3$	44	- 42,3
R600	Butan	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	58,1	- 0,4
R601	Izobutan	$CH_3(CH_3)_2$	58,1	- 10,0
R1150	Etylen	$CH_2 - CH_2$	28,0	- 103,9
R1270	Propylen	$CH_3 - CH_2 - CH_3$	42,1	- 47,6
CÁC CHẤT OXYGEN				
R610	Ethy ete	$C_2H_5OC_2H_5$	74,1	34,6
R611	Methyl format	$HCOOCH_3$	60	31,8
CÁC CHẤT NITROGEN				
R630	Methyl amin	CH_3NH_2	31,1	- 6,5
R631	Ethyl amin	$C_2H_5NH_2$	45,1	16,6
CÁC CHẤT VÔ CƠ				
R717	Amoniac	NH_3	17	- 33,4
R718	Nước	H_2O	18	100
R729	Không khí	-	29	-192,3
R744	Carbonic	CO_2	44	- 78,5
R744A	Nitro axit	N_2O	44	- 88,5
R764	Sulphur dioxit	SO_2	64	- 10,1
CÁC CHẤT HỮU CƠ CHUA NO				
R1112a	Diclodiflu ethyen	$CCl_2 - CF_2$	133	19,4
R1113	Monoclotriflu etylen	$CCl - CF_2$	116,5	- 27,9
R1114	Tetraflu etylen	$CF_2 - CF_2$	100	- 76,1
R1120	Tricloetylen	$CHCl - CCl_2$	131,4	86,1
R1130	Diclo etylen	$CHCl - ChCl$	96,9	47,8
R1132a	Vinyliden florua	$CH_2 - CF_2$	64	- 85,7
R1140	Vinyl Clorua	$CH_2 - CHCl$	62,5	- 13,9
R1141	Vinyl florua	$CH_2 - CHF$	46	- 72,2
R1150	Etylen	$CH_2 - CH_2$	28	- 103,8
R1270	Propylen	$CH_3 - CH - CH_2$	42,1	- 47,6

Bảng 2
TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA DUNG DỊCH MUỐI NACL

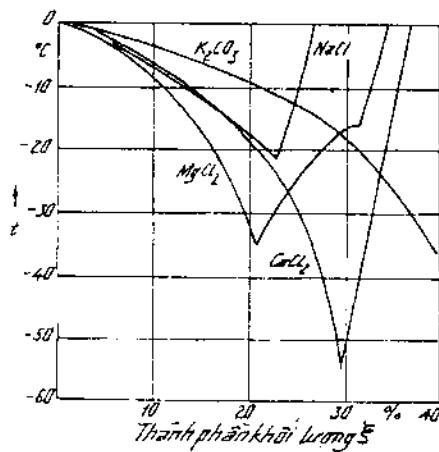
Nồng độ khói lượng ξ , %	Nhiệt độ hóa rắn t_3 , $^{\circ}\text{C}$	Khối lượng riêng ρ_{15} , kg/m^3	Nhiệt độ t , $^{\circ}\text{C}$	Nhiệt dung riêng C , kJ/kgK	Hệ số dẫn nhiệt λ , W/mk	Độ nhớt động $\mu \cdot 10^3$, Ns/m^2	Độ nhớt động học $v \cdot 10^3$, m^2/s	Hệ số dẫn nhiệt độ $a \cdot 10^7$, m^2/s	Tiêu chuẩn Pr
7	-4,4	1050	20	3,843	0,593	1,08	1,03	1,48	6,9
			10	3,835	0,576	1,41	1,34	1,43	9,4
			0	3,827	0,559	1,87	1,78	1,39	12,7
			-4	3,818	0,556	2,16	2,06	1,39	14,8
11	-7,5	1080	20	3,697	0,593	1,15	1,06	1,48	7,2
			10	3,684	0,570	1,52	1,41	1,43	9,9
			0	3,676	0,556	2,02	1,87	1,40	13,4
			-5	3,672	0,549	2,44	2,26	1,38	16,4
			-7,5	3,672	0,545	2,65	2,45	1,38	17,8
13,6	-9,8	1100	20	3,609	0,593	1,23	1,12	1,50	7,4
			10	3,601	0,568	1,62	1,47	1,43	10,3
			0	3,588	0,554	2,15	1,95	1,41	13,9
			-5	3,584	0,547	2,61	2,37	1,39	17,1
			-9,8	3,580	0,540	3,43	3,13	1,37	22,9
16,2	-12,2	1120	20	3,462	0,582	1,43	1,26	1,48	8,5
			10	3,454	0,566	1,85	1,63	1,44	11,4
			0	3,442	0,550	2,56	2,25	1,40	16,1
			-5	3,433	0,542	3,12	2,74	1,39	19,8
			-10	3,429	0,533	3,87	3,40	1,37	24,8
			-15	3,425	0,524	4,78	4,19	1,35	31,0
18,8	-15,1	1140	20	3,462	0,582	1,43	1,26	1,48	8,5
			10	3,454	0,566	1,85	1,63	1,44	11,4
			0	3,442	0,550	2,56	2,25	1,40	16,1
			-5	3,433	0,542	3,12	2,74	1,39	19,8
			-10	3,429	0,533	3,87	3,40	1,37	24,8
			-15	3,425	0,524	4,78	4,19	1,35	31,0
21,2	-18,2	1160	20	3,395	0,579	1,55	1,33	1,46	9,1
			10	3,383	0,563	2,01	1,73	1,44	12,1
			0	3,374	0,547	2,82	2,44	1,40	17,5
			-5	3,366	0,538	3,44	2,96	1,38	21,5
			-10	3,362	0,530	4,30	3,70	1,36	27,1
			-15	3,358	0,522	5,28	4,55	1,35	33,9
			-18	3,358	0,518	6,08	5,24	1,33	39,4
23,1	-21,2	1175	20	3,345	0,565	1,67	1,42	1,47	9,6
			10	3,333	0,549	2,16	1,84	1,40	13,1
			0	3,324	0,544	3,04	2,59	1,39	18,6
			-5	3,320	0,536	3,75	3,20	1,38	23,3
			-10	3,312	0,528	4,71	4,02	1,36	29,5
			-15	3,308	0,520	5,75	4,49	1,34	36,5
			-21	3,303	0,514	7,75	6,60	1,32	50,0

Bảng 3
TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA DUNG DỊCH MUỐI CaCl₂

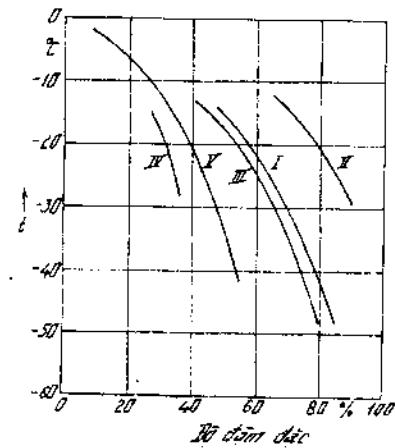
ξ , %	t ₃ , °C	ρ_{15} , kg/m ³	t, °C	C, kJ/kgK	λ , W/mK	$\mu \cdot 10^3$ Ns/m ²	v. $\cdot 10^3$, m ² /s	a. $\cdot 10^7$, m ² /s	Pr
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9,4	-5,2	1080	20	3,642	0,584	1,24	1,15	1,49	7,8
			10	3,634	0,570	1,55	1,44	1,45	9,9
			0	3,626	0,556	2,16	2,00	1,42	14,1
			-5	3,601	0,549	2,55	2,36	1,41	16,7
14,7	-10,2	1130	20	3,362	0,576	1,49	1,32	1,52	8,7
			10	3,349	0,563	1,86	1,64	1,49	11,0
			0	3,328	0,549	2,56	2,27	1,46	15,6
			-5	3,316	0,542	3,04	2,70	1,44	18,7
			-10	3,308	0,534	4,06	3,60	1,43	25,3
18,9	-15,7	1170	20	3,148	0,572	1,80	1,54	1,56	9,9
			10	3,140	0,558	2,24	1,91	1,52	12,6
			0	3,128	0,544	2,99	2,56	1,49	17,2
			-5	3,098	0,537	3,43	2,94	1,48	19,8
			-10	3,086	0,529	4,67	4,00	1,47	27,3
			-15	3,065	0,523	6,15	5,27	1,47	36,9
20,9	-19,2	1190	20	3,077	0,569	2,00	1,68	1,55	10,9
			10	3,056	0,555	2,45	2,06	1,53	13,4
			0	3,044	0,542	3,28	2,76	1,49	18,5
			-5	3,014	0,535	3,82	3,22	1,49	21,5
			-10	3,014	0,527	5,07	4,25	1,47	28,9
			-15	3,014	0,521	6,59	5,53	1,45	38,2
23,8	-25,7	1220	20	2,973	0,565	2,35	1,94	1,56	12,5
			10	2,952	0,551	2,87	2,35	1,53	15,4
			0	2,931	0,538	3,81	3,13	1,51	20,8
			-5	2,910	0,530	4,41	3,63	1,49	24,4
			-10	2,910	0,523	5,92	4,87	1,48	33,0
			-15	2,910	0,518	7,55	6,20	1,46	42,5
			-20	2,889	0,510	9,47	7,77	1,44	53,8
			-25	2,889	0,504	11,57	9,48	1,43	66,5
25,7	-31,2	1240	20	2,889	0,562	2,63	2,12	1,57	13,5
			10	2,889	0,548	3,22	2,51	1,53	16,5
			0	2,868	0,535	4,26	3,43	1,51	22,7
			-10	2,847	0,521	6,68	5,40	1,48	36,6
			-15	2,847	0,514	8,36	6,75	1,46	46,3
			-20	2,805	0,508	10,56	8,52	1,46	58,5
			-25	2,805	0,501	12,90	10,40	1,44	72,0
			-30	2,763	0,494	14,81	12,00	1,44	83,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27,5	-38,6	1260	20	2,847	0,558	2,93	2,33	1,56	14,9
			10	2,826	0,545	3,61	2,87	1,53	18,8
			0	2,809	0,531	4,80	3,81	1,50	25,3
			-10	2,784	0,519	7,52	5,97	1,48	40,3
			-20	2,763	0,506	11,87	9,45	1,46	65,0
			-25	2,742	0,499	14,71	11,70	1,44	80,7
			-30	2,742	0,492	17,16	13,60	1,42	95,5
			-35	2,721	0,486	21,57	17,10	1,42	120,0
28,5	-43,5	1270	20	2,805	0,557	3,14	2,47	1,56	15,8
			0	2,780	0,529	5,12	4,02	1,50	26,7
			-10	2,763	0,518	8,02	6,32	1,48	42,7
			-20	2,721	0,505	12,65	10,0	1,46	68,8
			-25	2,721	0,500	15,98	12,6	1,44	87,5
			-30	2,700	0,491	18,83	14,9	1,43	103,5
			-35	2,700	0,484	24,52	19,3	1,42	136,5
			-40	2,680	0,478	30,40	24,0	1,41	171,0
29,4	-50,1	1280	20	2,805	0,555	3,33	2,65	1,55	17,2
			0	2,755	0,528	5,49	4,30	1,5	28,7
			-10	2,721	0,526	8,63	6,75	1,49	45,4
			-20	2,680	0,504	13,83	10,8	1,47	73,4
			-30	2,659	0,490	21,28	16,6	1,44	115,0
			-35	2,638	0,483	25,50	19,9	1,43	139,0
			-40	2,638	0,477	32,36	25,3	1,42	179,0
			-45	2,617	0,470	40,21	31,4	1,40	113,0
			-50	2,617	0,464	49,03	38,3	1,3	295,0
			-55	2,596	0,456	64,72	50,2	1,36	368,0

Bảng 4



Nhiệt độ hóa rắn của một số dung dịch muối phụ thuộc nồng độ khói lượng



Nhiệt độ hóa rắn của một số chất tải lạnh công nghiệp của CHLB Đức
I. Reinhrtin, II. Anticora; III. Eissol - extra. IV. Nikor; V. Oratin

KHỐI LƯỢNG RIÊNG
DUNG DỊCH NaCl, kg/m³

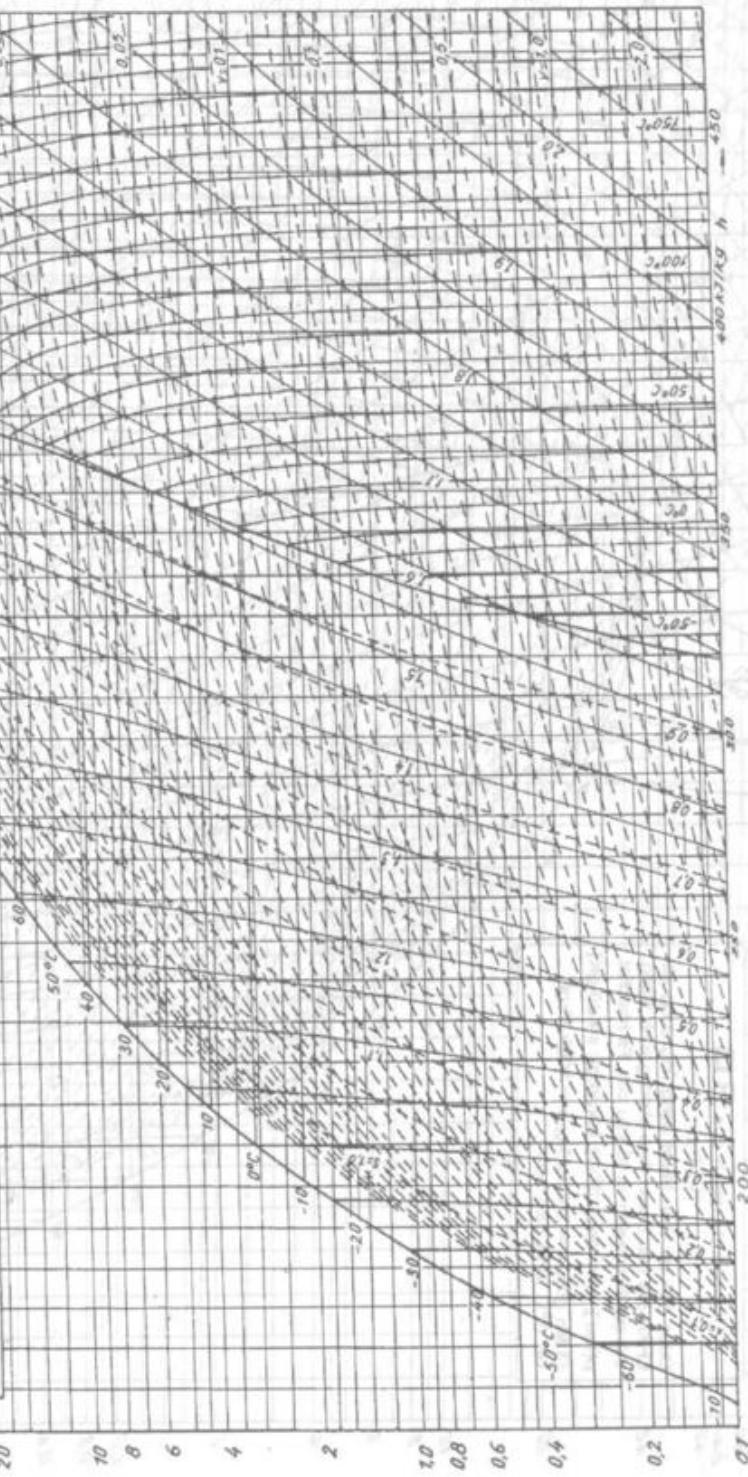
ξ%	t, °C						ξ%	t, °C					
	+15	0	-5	-10	-15	-20		+15	0	-5	-10	-15	-20
NaCl												NaCl ₂	
10	1075	1078	1079	-	-	-	15	1132	1137	1140	-	-	-
11	1082	1086	1087	-	-	-	16	1142	1147	1150	-	-	-
12	1089	1093	1095	-	-	-	17	1151	1157	1160	-	-	-
13	1098	1101	1102	-	-	-	18	1161	1167	1170	-	-	-
14	1103	1108	1110	-	-	-	19	1171	1177	1180	-	-	-
15	1111	1116	1117	1119	-	-	20	1181	1187	1190	-	-	-
16	1119	1124	1125	1125	-	-	21	1191	1197	1201	1205	-	-
17	1127	1133	1134	1135	-	-	22	1201	1207	1211	1215	-	-
18	1134	1141	1142	1144	-	-	23	1211	1218	1222	1226	-	-
19	1141	1147	1148	1149	1151	-	24	1222	1228	1238	1237	-	-
20	1151	1159	1160	1162	1163	-	25	1232	1239	1244	1248	-	-
21	1160	1165	1168	1169	1171	-	26	1243	1250	1254	1259	1263	-
22	1168	1174	1176	1178	1180	-	27	1252	1261	1266	1270	1275	-
23	1174	1181	1183	1185	1187	1188	28	1534	1272	1277	1282	1287	-
24	1184	1191	1194	1196	1198	-	29	1575	1283	1288	1293	1298	1303
25	1193	1199	1202	1204	-	-	30	1287	1294	1298	1304	1310	1315

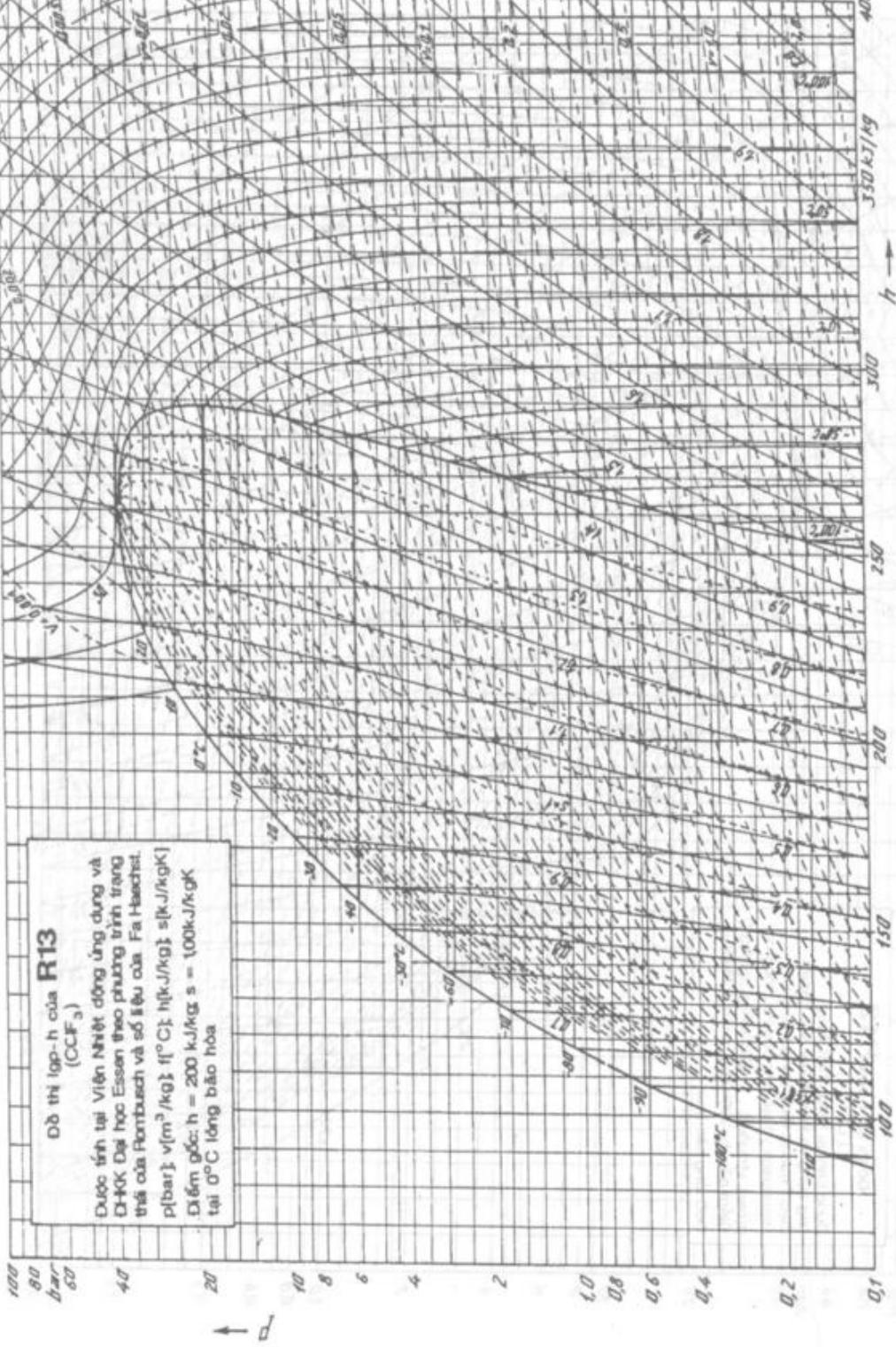
KHỐI LƯỢNG RIÊNG
DUNG DỊCH NaCl₂, kg/m³

ξ%	t, °C						ξ%	t, °C					
	+15	0	-5	-10	-15	-20		+15	0	-5	-10	-15	-20
NaCl ₂													
15	1132	1137	1140	-	-	-	16	1142	1147	1150	-	-	-
16	1142	1147	1150	-	-	-	17	1151	1157	1160	-	-	-
17	1151	1157	1160	-	-	-	18	1161	1167	1170	-	-	-
18	1161	1167	1170	-	-	-	19	1171	1177	1180	-	-	-
19	1171	1177	1180	-	-	-	20	1181	1187	1190	-	-	-
20	1181	1187	1190	-	-	-	21	1191	1197	1201	1205	-	-
21	1191	1197	1201	1205	-	-	22	1201	1207	1211	1215	-	-
22	1201	1207	1211	1215	-	-	23	1211	1218	1222	1226	-	-
23	1211	1218	1222	1226	-	-	24	1222	1228	1238	1237	-	-
24	1222	1228	1238	1237	-	-	25	1232	1239	1244	1248	-	-
25	1232	1239	1244	1248	-	-	26	1243	1250	1254	1259	1263	-
26	1243	1250	1254	1259	1263	-	27	1252	1261	1266	1270	1275	-
27	1252	1261	1266	1270	1275	-	28	1534	1272	1277	1282	1287	-
28	1534	1272	1277	1282	1287	-	29	1575	1283	1288	1293	1298	1303
29	1575	1283	1288	1293	1298	1303	30	1287	1294	1298	1304	1310	1315

Đồ thị lgp-h của R12
(CCl₂F₂)

Được tính tại Viện nhiệt động
ứng dụng và ĐHKt Đại học Essen
theo Phương trình trạng thái của
Rombusch với số liệu của Fa. Hoechst.
 $p[bar], v[m³/kg]; \cdot [10^3C] \cdot h[kJ/kg]$ và $s[kJ/kgK]$
Điểm gốc: $h=200 kJ/kg$, $s=100 kJ/kgK$, $\dot{v}=0$

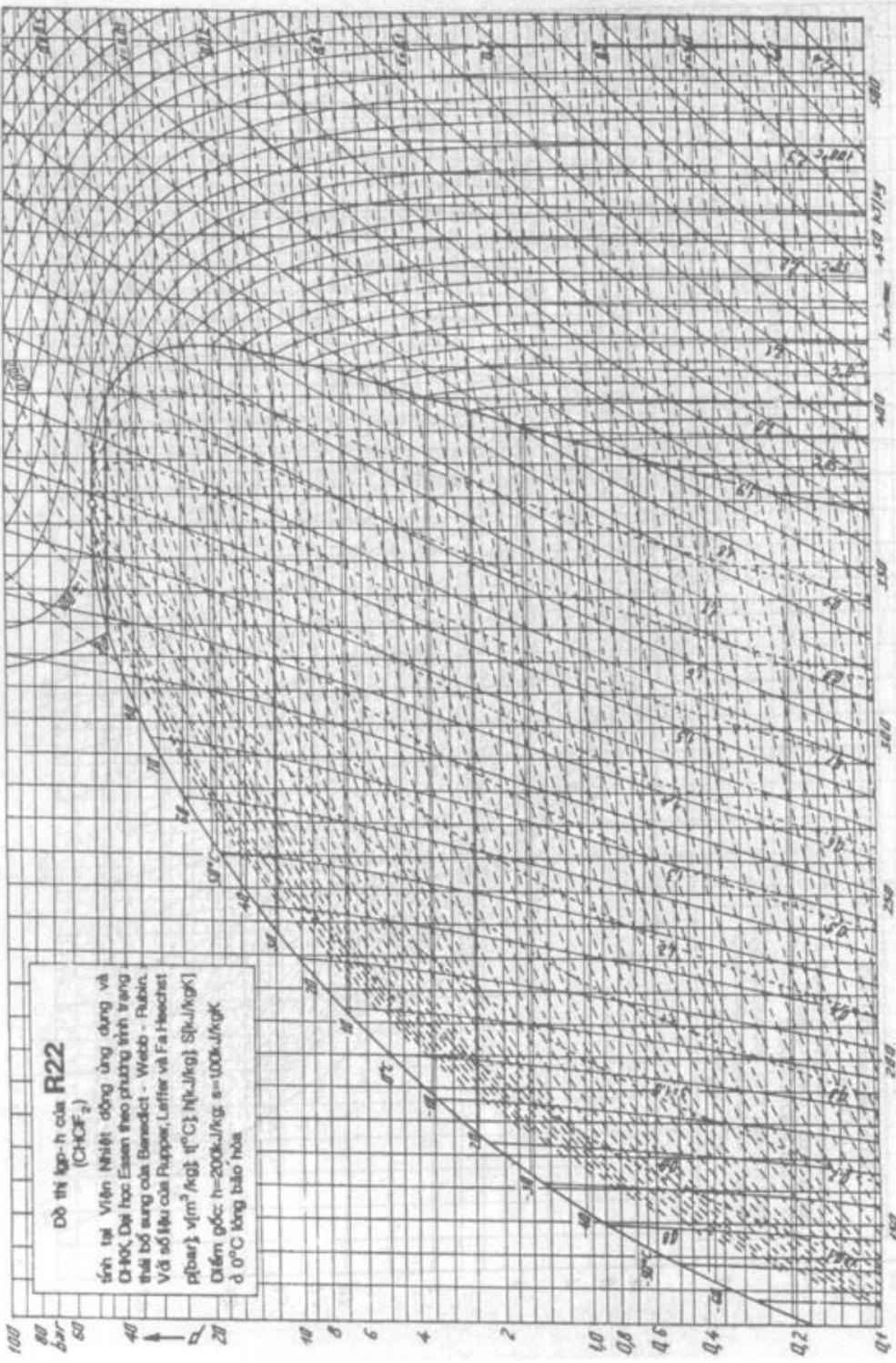


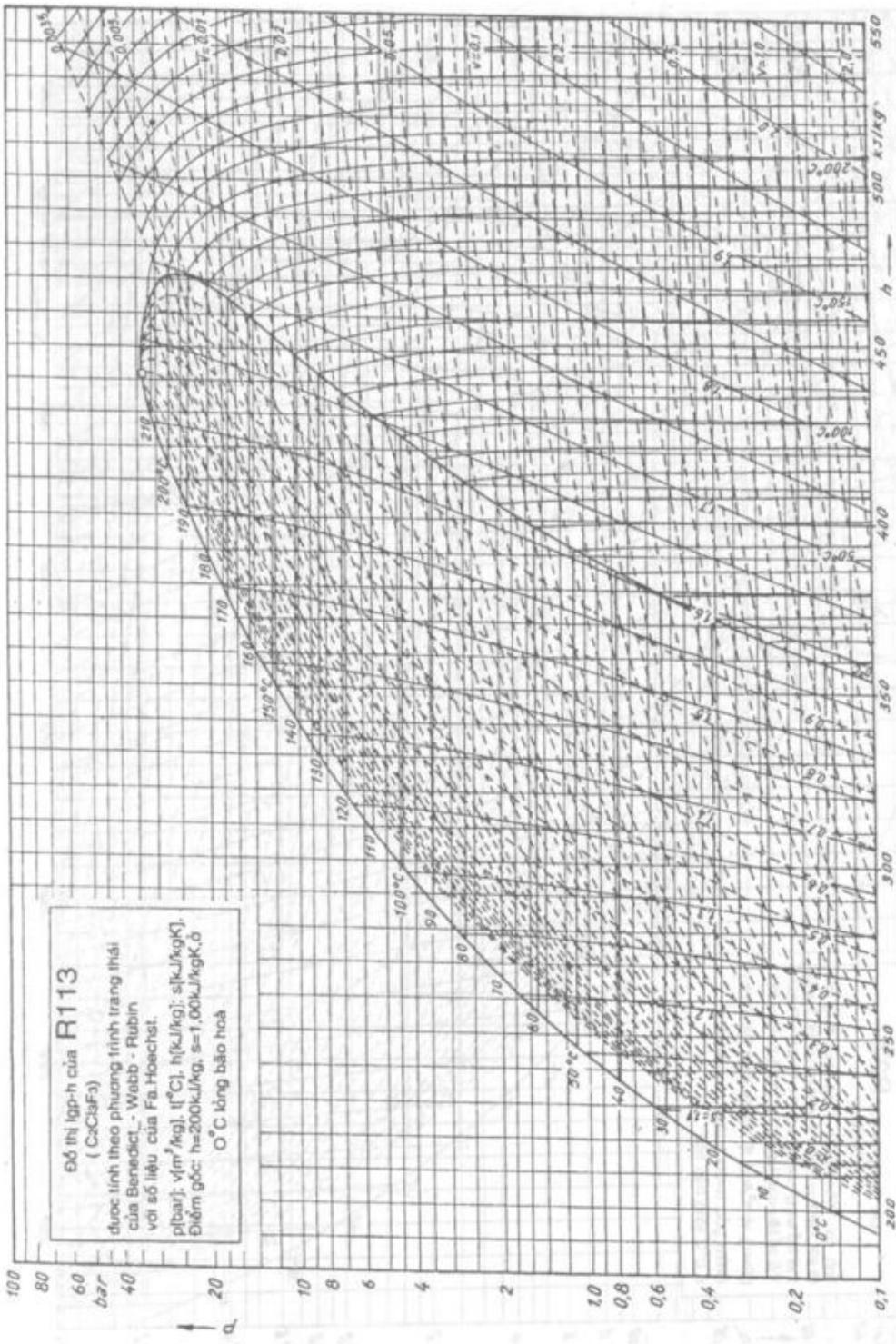


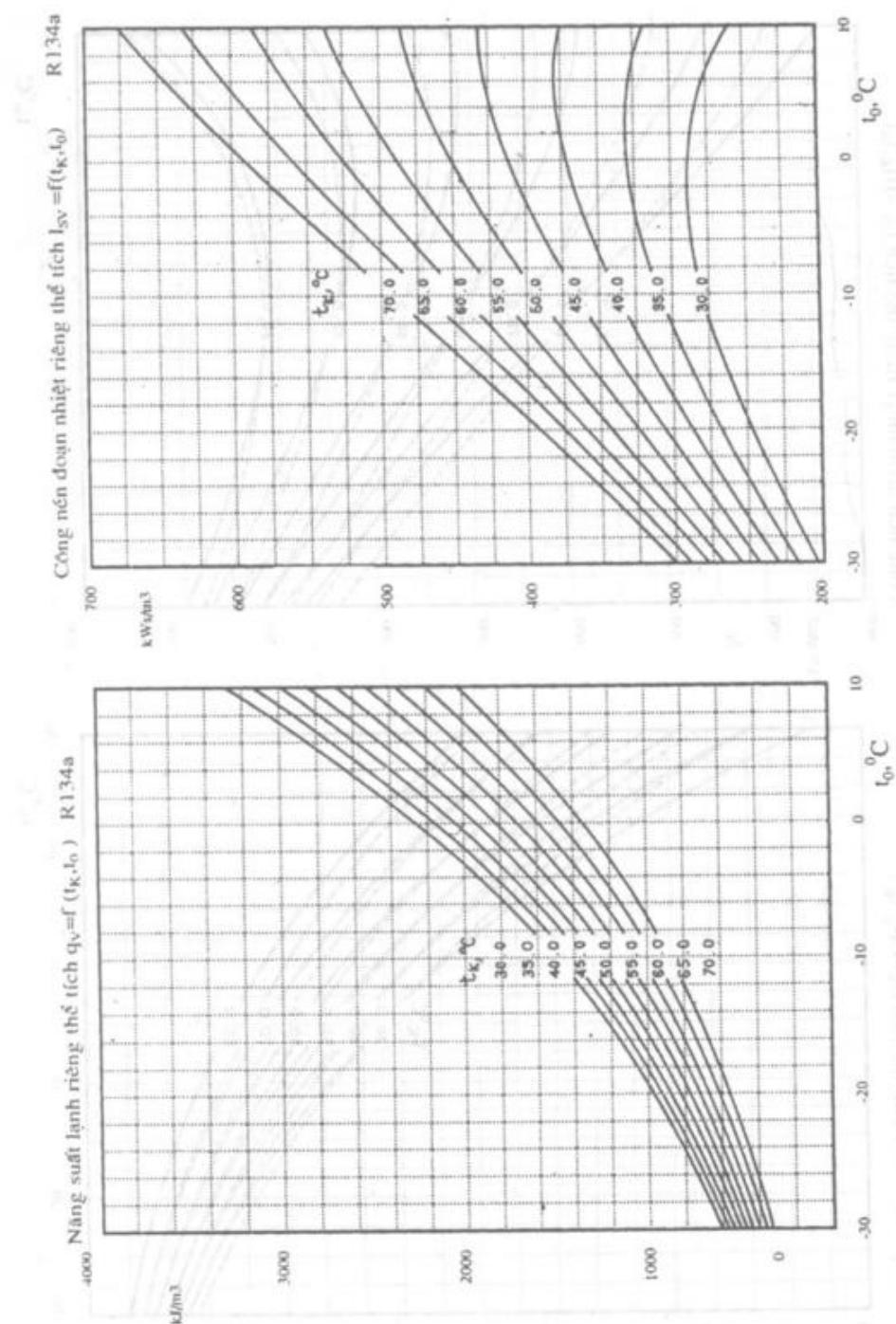
Dò thị áp-nhiệt R22

(CHClF₃)

tính tại Viện nhiệt động ứng dụng và
ĐHHC, Đại học Essen theo phương trình trạng
tháy bối súng của Benedict - Webb - Rubin.
Vô số [1] của Rappaport, Laffier và Fa Heschel
đã bài. $\text{v} \text{m}^2/\text{kg}\cdot\text{K}^2$; $t^\circ\text{C}$; $N\text{J/kg}$; $S\text{J/J/kgK}$
Điểm gốc: $h=200\text{kJ/kg}$; $s=100\text{kJ/kgK}$
 $d\ 0^\circ\text{C}$ không bão hòa

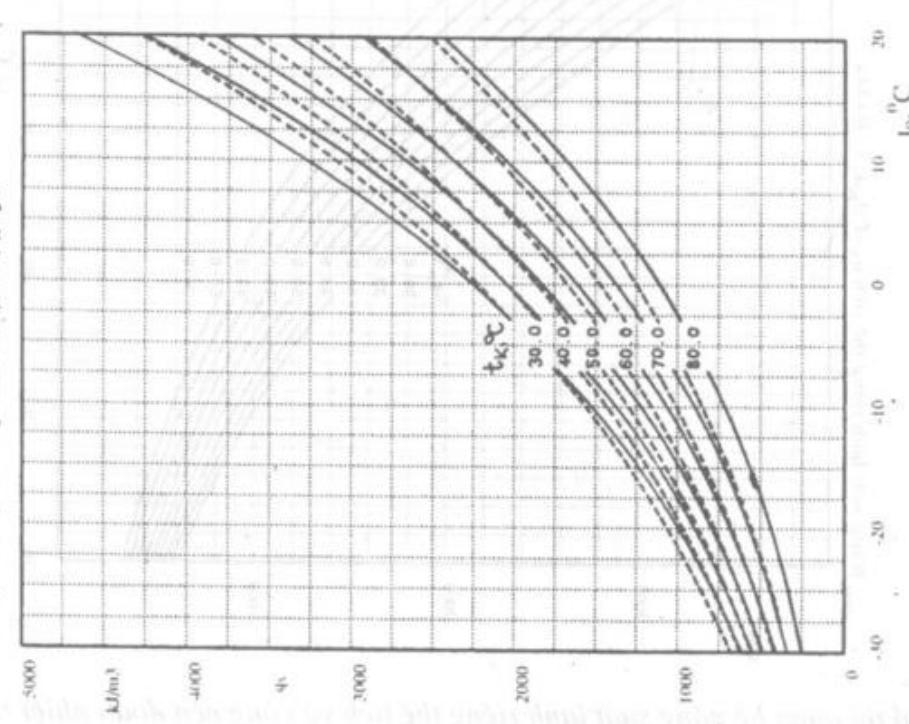




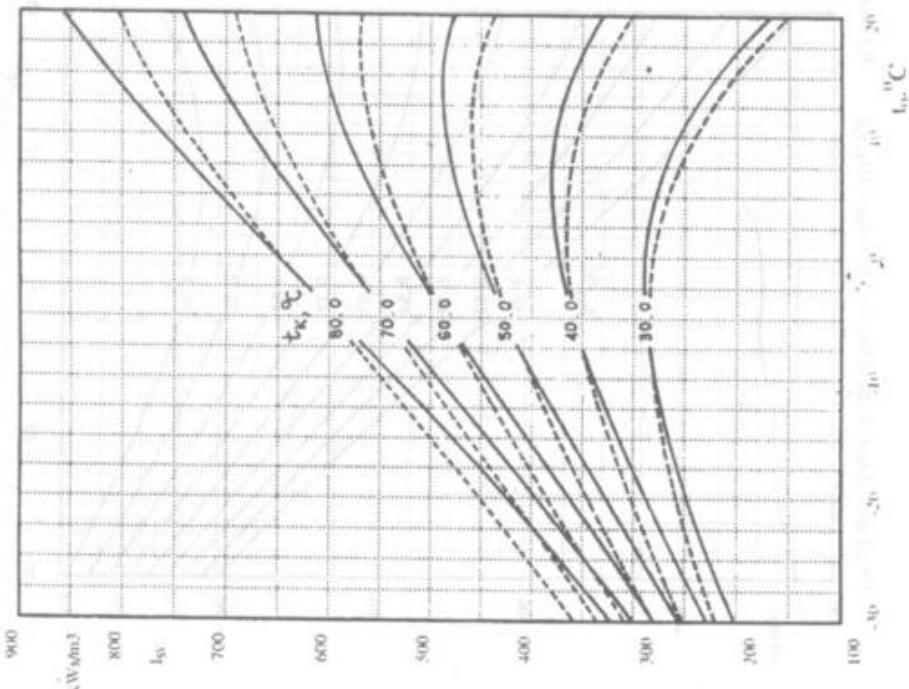


So sánh môi chất R134a-R12

Năng suất lạnh riêng h_v=f(t_k, t₀)

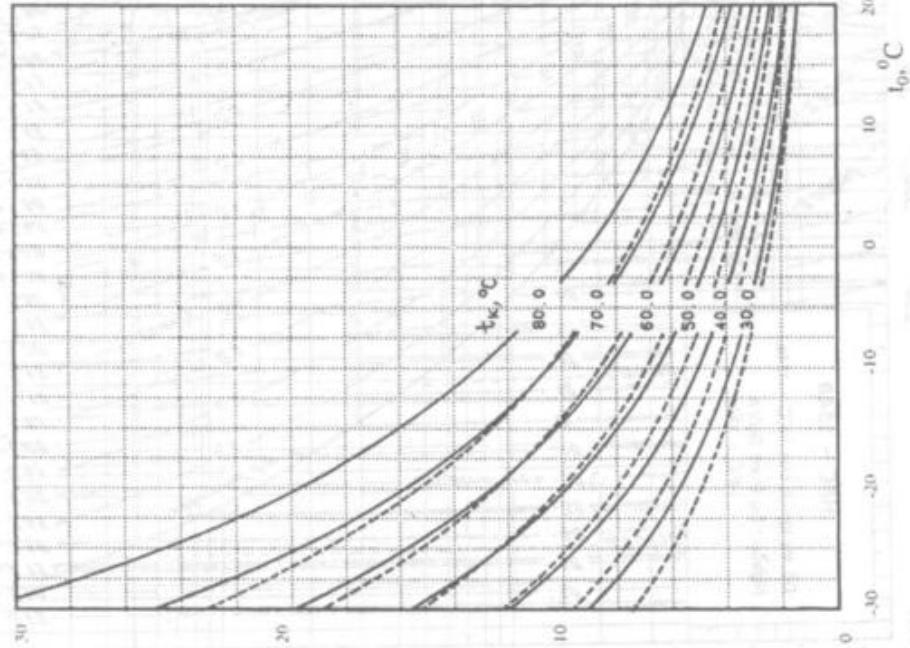


Công suất nhiệt riêng riêng h_v=f(t_k, t₀)

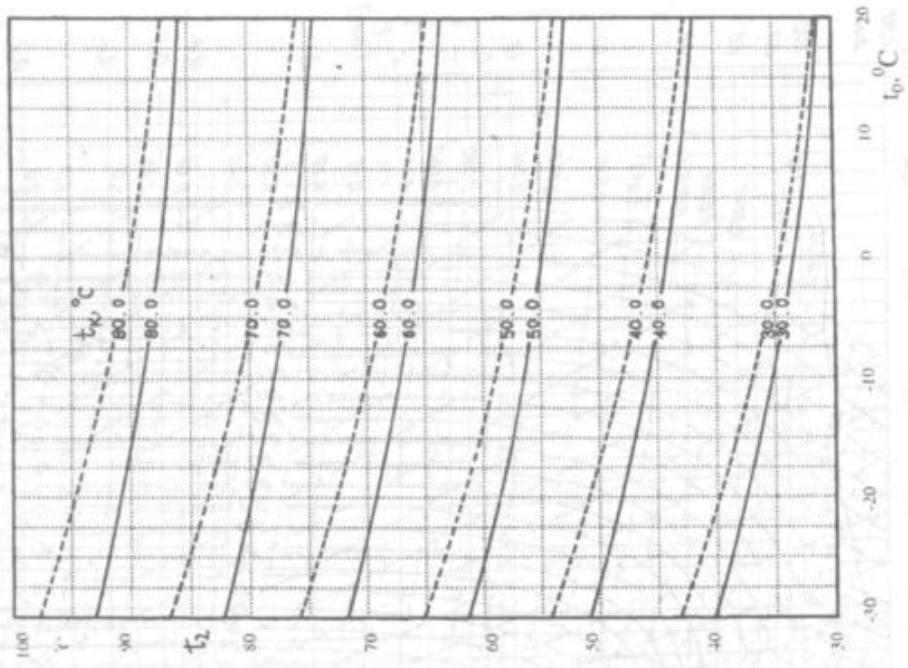


So sánh chất R134a-R12

Ti số nén $\Pi = f(t_k, t_0)$

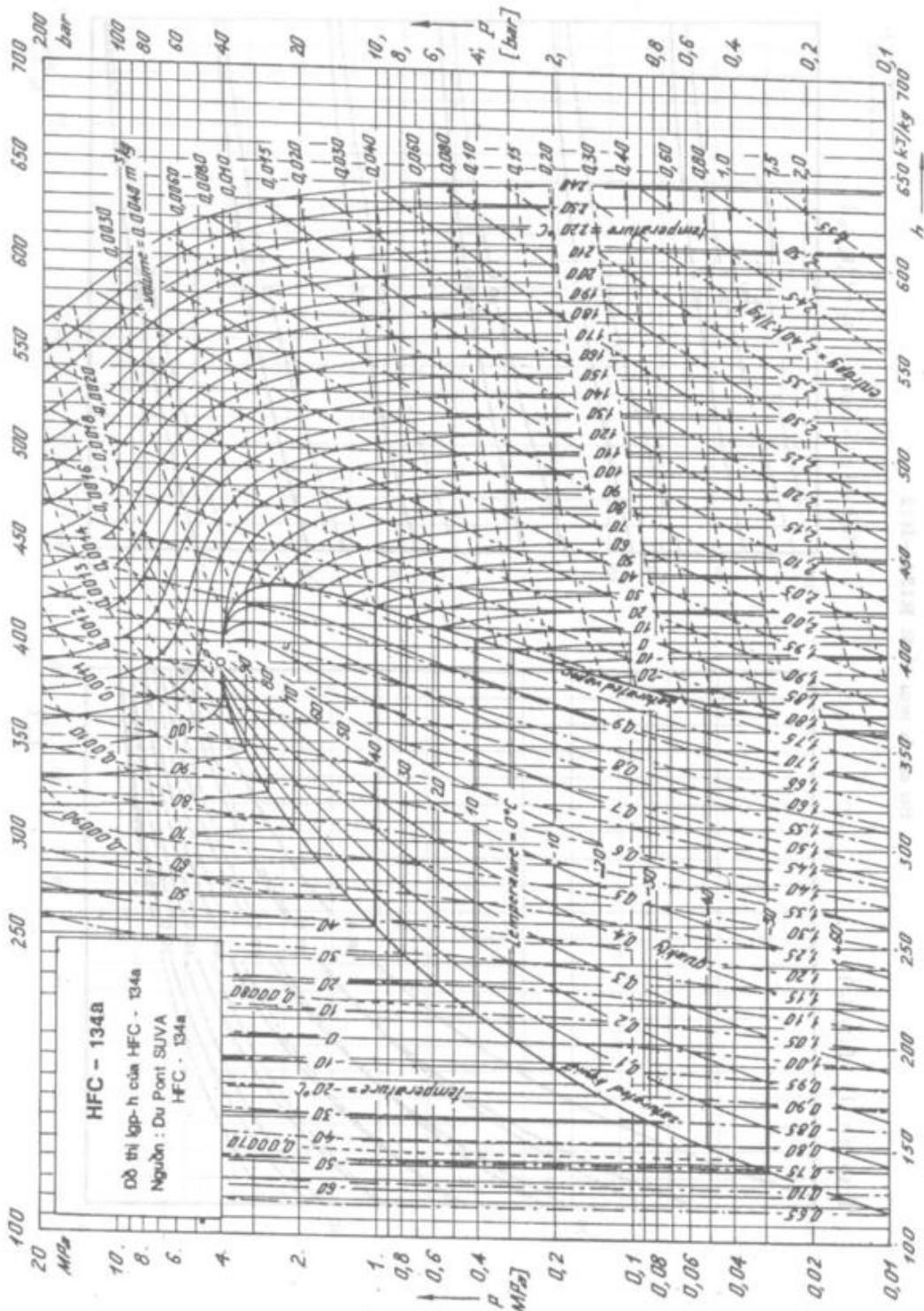


Nhiệt độ cuối tám nén $t_2 = f(t_k, t_0)$



$\text{R}134a$

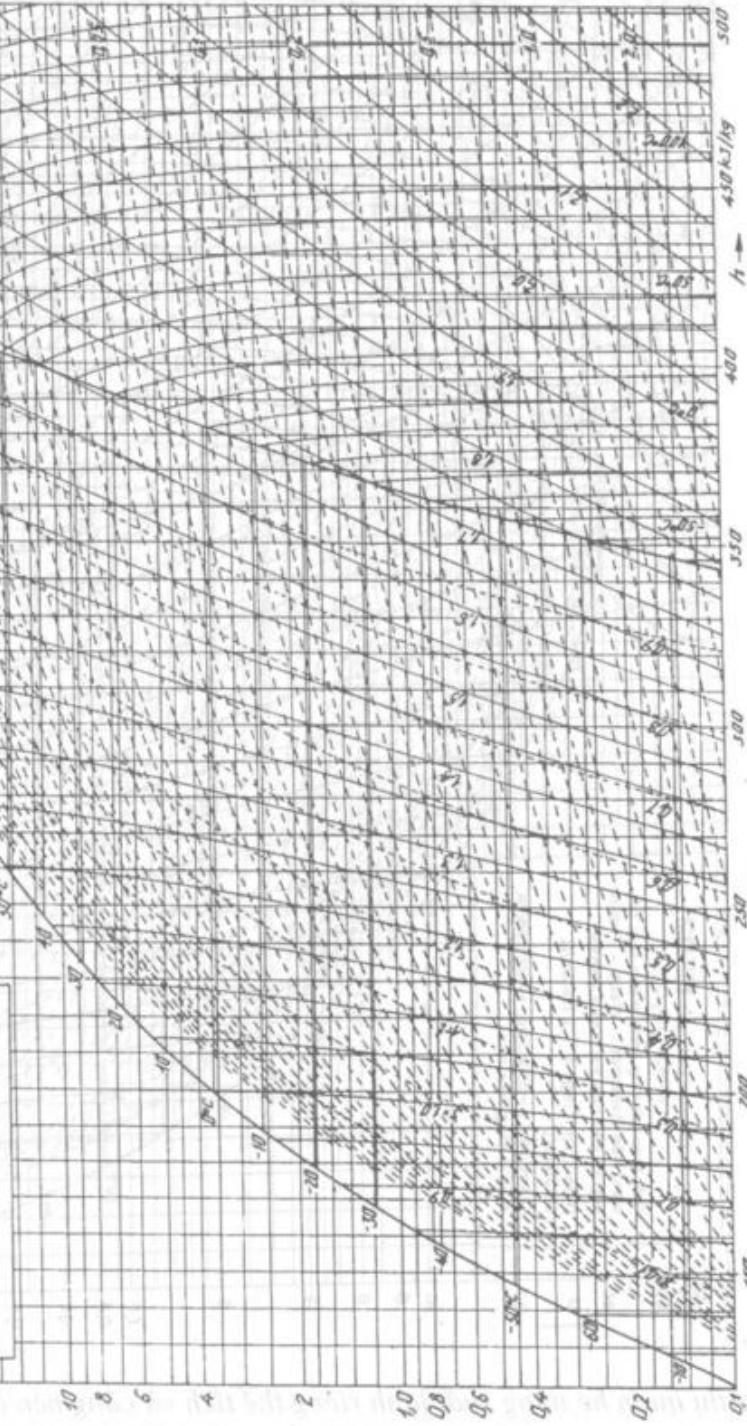
 $\text{R}12$ -----

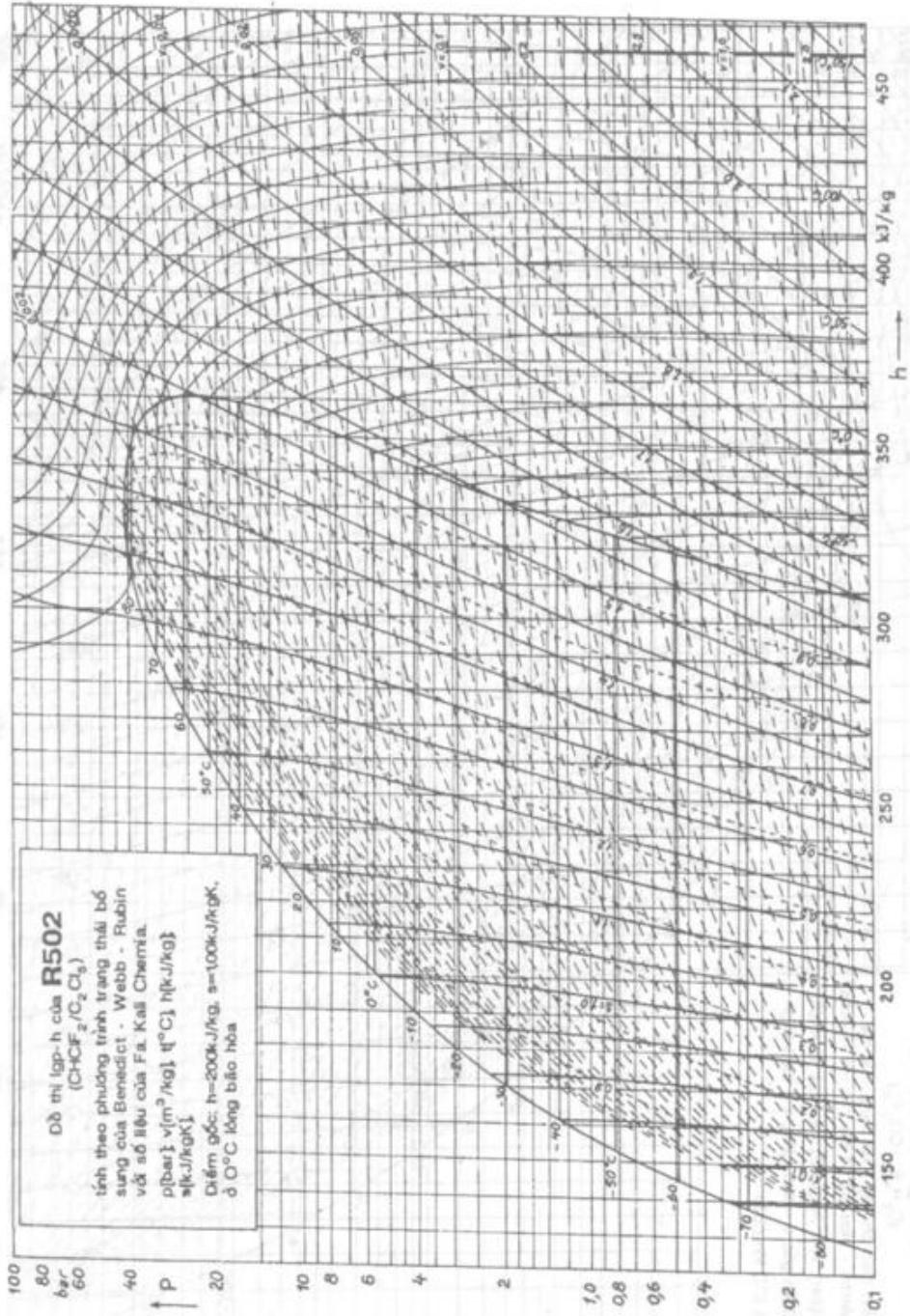


Dò thi lipo-h của R500

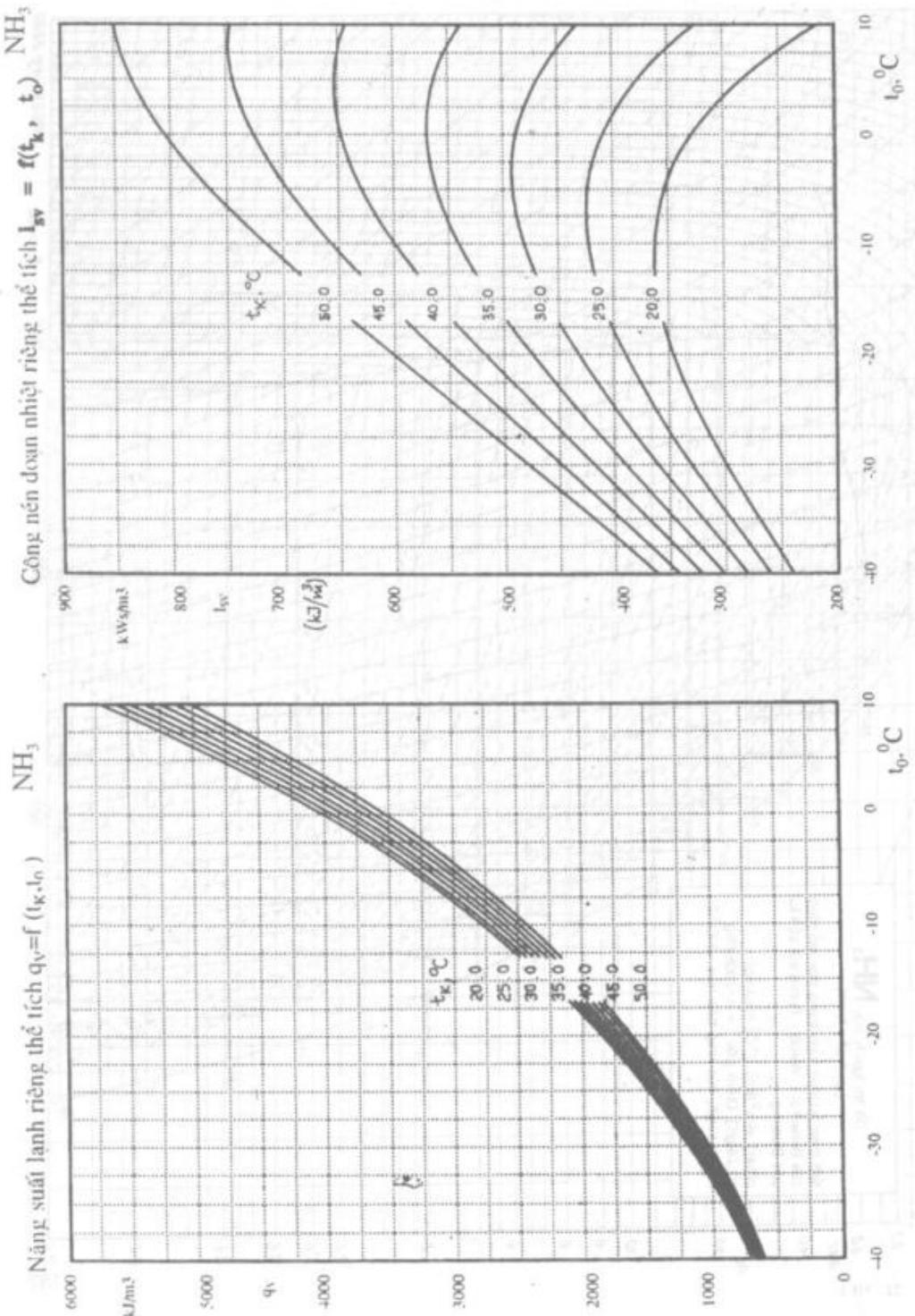
(C₂H₅F₂/CCl₂F₂)

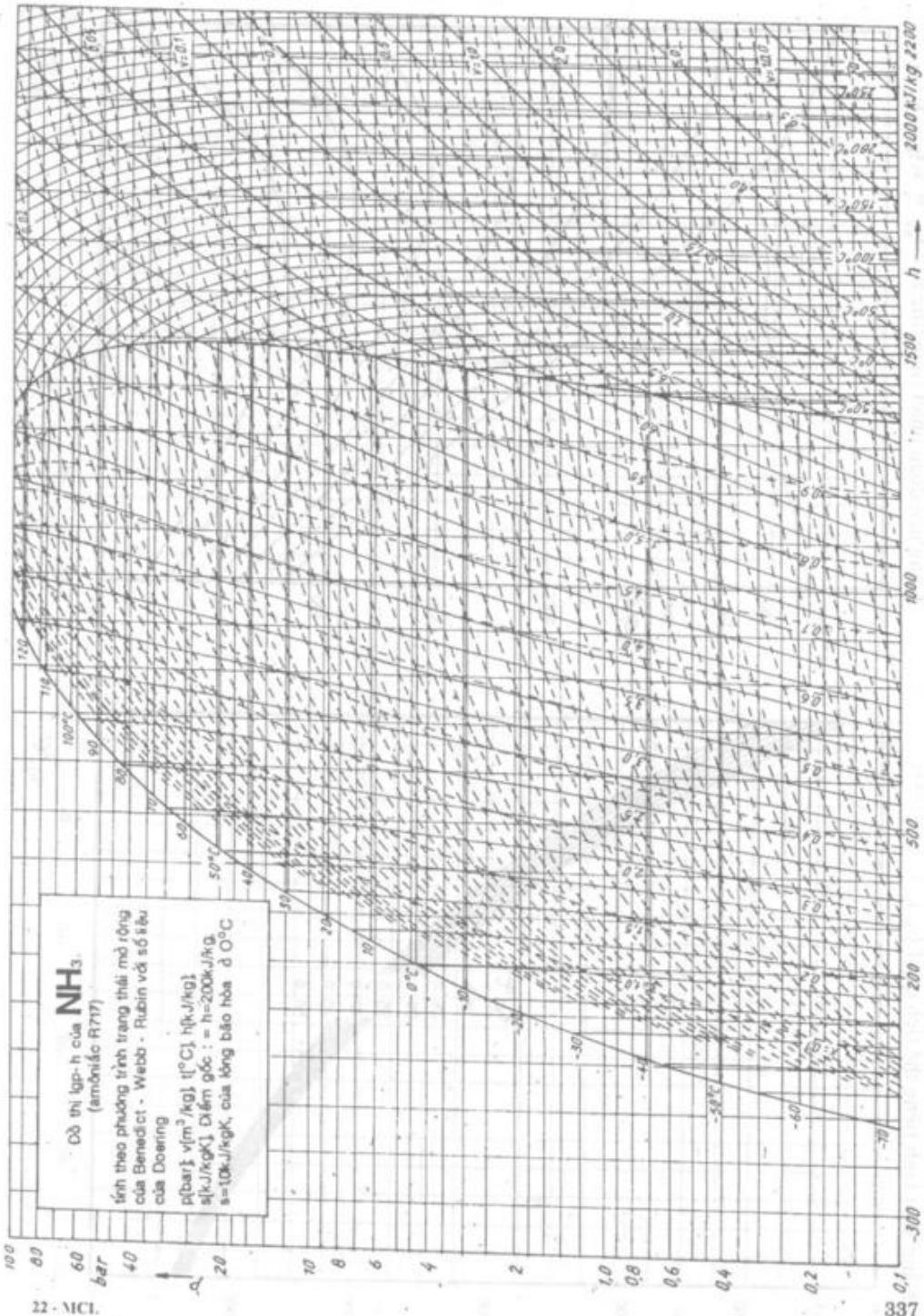
Tính theo phương trình trạng thái của
Martin - Hou và số liệu của Fa. Hoechst
pbanh vịnh /kg/t°C) hiệu suất s/kg/Kg
Điểm gốc: 4 = 200 kJ/kg; s = 100 kJ/kg
ở 0°C lỏng bão hòa





Đồ thị quan hệ năng suất lạnh riêng thể tích và công néon đoạn nhiệt riêng thể tích với nhiệt độ của môi chất R717 (NH_3).

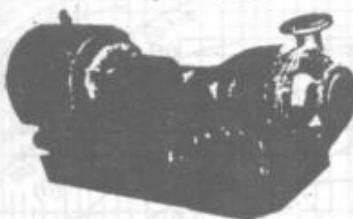




Bảng 5
BƠM LY TÂM MỘT CẤP TRỤC NGANG

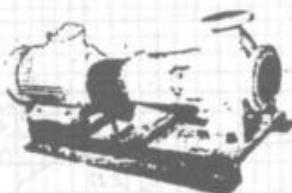
Kiểu: ly tâm LT 45 - 19

$H = 19m$
 $Q = 45m^3/h$



Kiểu: ly tâm LT 28 - 25

$H = 25m$
 $Q = 28m^3/h$



Kiểu	Thông số kỹ thuật và kích thước cơ bản							Công dụng
	$Q, m^3/h$	H, m	$M, vg/ph$	$H_{dù}, m$	N_{triv}, kW	D_h, mm	D_x, mm	
LT 115 - 81	90 - 135	91 - 72	2900	5	55	100	65	Dùng bơm
LT 105 - 69	70 - 125	78 - 60	2900	5,2	40	100	65	nước
LT 24 - 56	20 - 38	58 - 46	2900	6,3	11	60	50	cho các
LT 50 - 54	50	54	2900	5,5	20	80	50	nhà cao
LT 50 - 54A	35 - 53	60 - 61	2900	5,4	14	80	50	tầng,
LT 90 - 54	70 - 120	59 - 43	2900	4,5	30	100	60	các dây
LT 160 - 50	160	50	2900	3,5	40	150	100	chuyển
LT 12 - 50	10 - 17	57 - 50	2900	7,2	5,5	50	40	sản
LT 90 - 43	65 - 100	53 - 35	2900	4,4	20	100	60	xuất
LT 45 - 40N*	30 - 65	44 - 30	2900	4,4	10	80	50	trong
LT 45 - 40A	35 - 53	43 - 34	2900	5,4	10	80	50	công
LT 45 - 10	30 - 65	44 - 30	2900	5,4	10	80	50	nghiệp,
LT 45 - 31	30 - 60	35 - 23	2900	5	7	80	50	nông
LT 25 - 30	16 - 30	35 - 29,5	2900	6	4,5	65	50	lâm ngư
LT 20 - 30	20	30	1450	6	4,5	80	50	nghiệp,
LT 280 - 29	200 - 400	31,5 - 31	1450	5,8	40	200	125	giao thông
LT 100 - 27	65 - 125	29 - 22	2900	5	14	100	100	
LT 20 - 25	16 - 34	31 - 22	2900	6	4,5	50	40	
LT 150 - 20	120 - 180	23,5 - 19	1450	6	15	150	100	
LT 12 - 20	10 - 14	20 - 17	2900	6,7	2,2	50	32	
LT 45 - 19	20 - 45	21 - 19	2900	4,4	4,5	80	65	
LT 240 - 18	240	18	1450	5,8	30	200	125	
LT 20 - 18	13 - 25	20 - 14	2900	6,5	2,2	50	32	
LT 9 - 17	7 - 11	18 - 16	2900	7	1,1	50	32	
LT 160 - 13	120 - 190	14,5 - 10	1450	6	11	150	125	

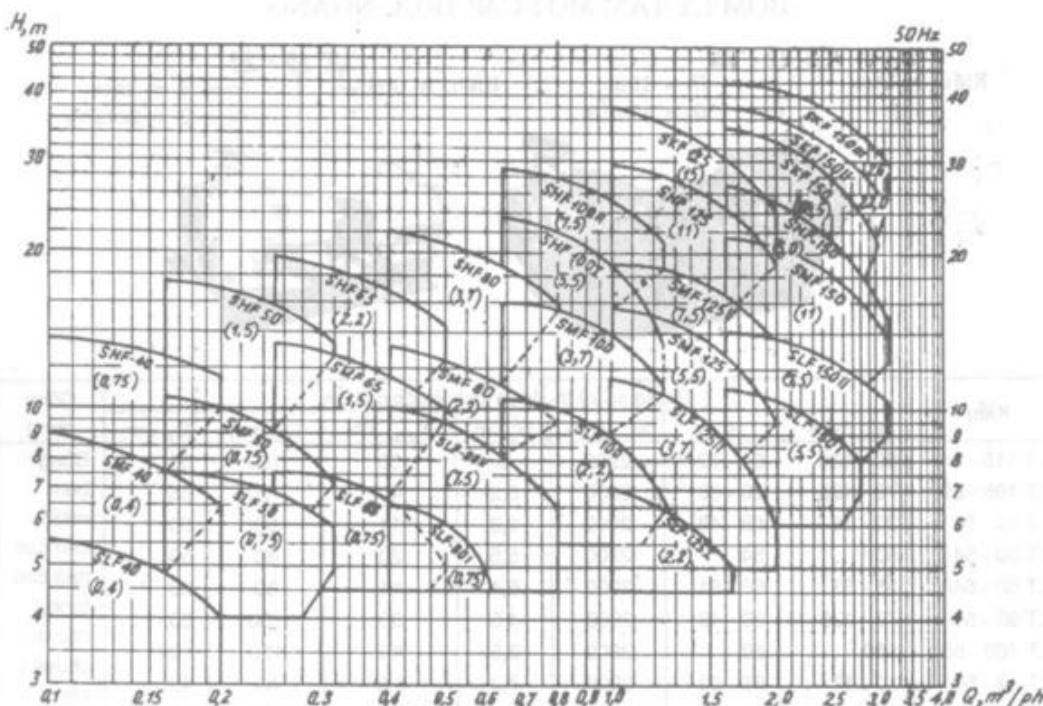
Chú thích:

D_h : đường kính lỗ miệng hút

D_x : đường kính lỗ miệng xả

*N: bơm nước nóng đến $120^\circ C$

Bảng 6



Biểu đồ lựa chọn các loại bơm ly tâm kiểu chữ S của hãng Kyokuto

BẢNG TRA BƠM CHÂN KHÔNG (KÍCH THƯỚC, ĐẶC TÍNH)

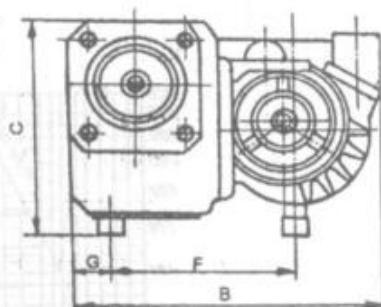
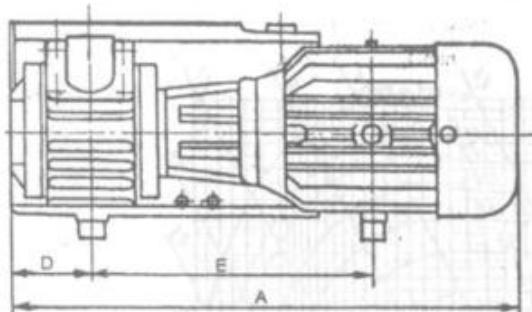
Bơm chân không vòng nước BHB

Kiểu	Kích thước bánh guồng		Năng suất ở độ chân không cho theo % so với áp suất khí quyển, m³/h				Độ chân không cực đại	Số vòng quay vg/ph	Công suất động cơ diện kW	Lưu lượng nước l/ph	Khối lượng thiết bị không có động cơ điện, kg
	Đường kính	Chiều dài	0	60	80	90					
BHB-3	200	100	1,7	1,4	1	0	90	1450	6,8	7	155
BHB-4	200	210	3,5	3,0	2	0	90	1450	10	15	175
BHB-5	330	200	8	9	7,5	7	97	960	14,5	22	480
BHB-6	330	370	14	14	12,8	11	97	960	29	30	540
BHB-7	450	400	21	20,5	19	12,5	95	720	44	45	815
BHB-8	450	520	28	27	23	16	95	720	55	50	885

Bảng 7

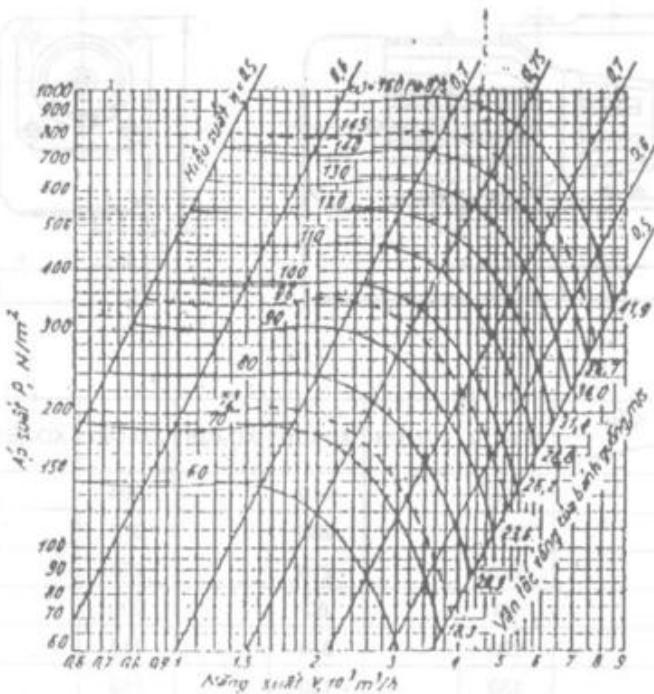
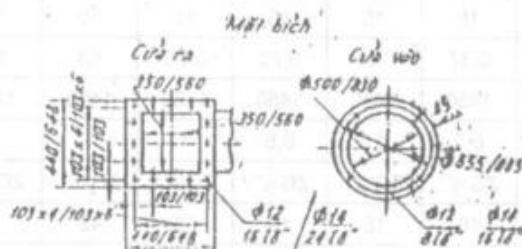
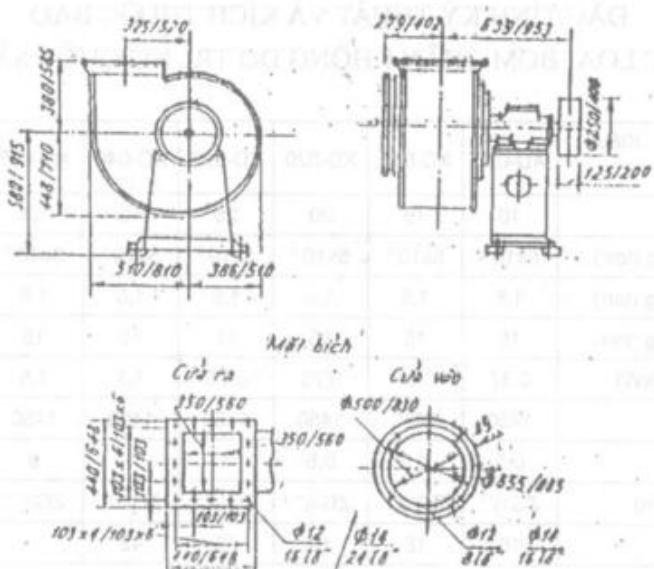
**ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT VÀ KÍCH THƯỚC BAO
CỦA CÁC LOẠI BƠM CHÂN KHÔNG DO TRUNG QUỐC SẢN XUẤT**

Đặc tính \ Kiểu	XD-010	XD-016	XD-020	XD-025	XD-040	XD-063	XD-100	XD-160
Năng suất (m^3/h)	10	16	20	25	40	63	100	160
Với XD _c , Chân không (torr)	5×10^{-1}							
XD _B , Chân không (torr)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
XD _A , Chân không (torr)	15	15	15	15	15	15	15	15
Công suất động cơ (kW)	0,37	0,37	0,75	0,75	1,1	1,5	2,2	4
Vòng quay: (vg/ph)	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450
Dầu nhớn: (l)	0,5	0,5	0,5	1	1	2	2	5
Kích thước cửa hút (in)	ZG $\frac{1}{2}''$	ZG $\frac{1}{2}''$	ZG $\frac{1}{2}''$	ZG $\frac{1}{4}''$	ZG $\frac{1}{4}''$	ZG $\frac{1}{4}''$	ZG $\frac{1}{4}''$	ZG2 $''$
	16	18	19	36	42			

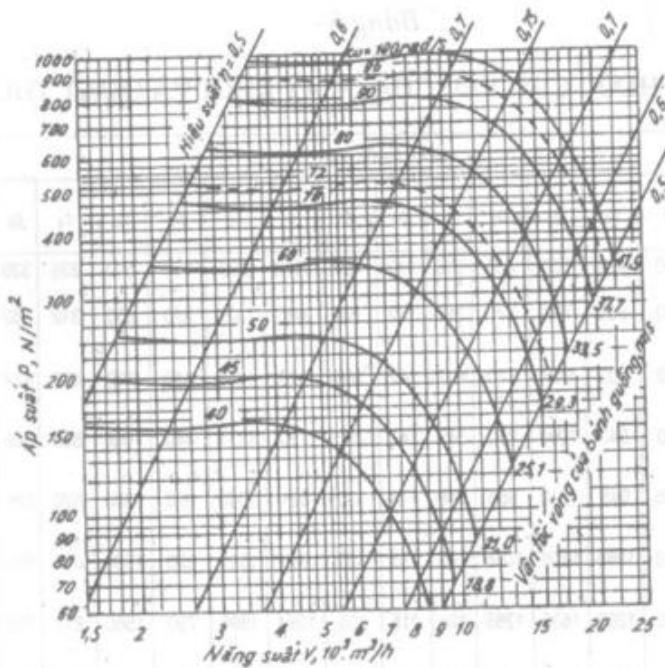


Kích thước bao \ Kiểu	XD-010	XD-016	XD-020	XD-025	XD-040	XD-063	XD-100	XD-160
A	405		410		694			
B	235		280		312			
B	210		210		268			
D	60		60		225			
E	220		210		315			
F	130		130		185			
G	25		25		20			

Quạt ly tâm II4-68, N^o5; 8 lâm bằng chất dẻo (vinylchlorua);

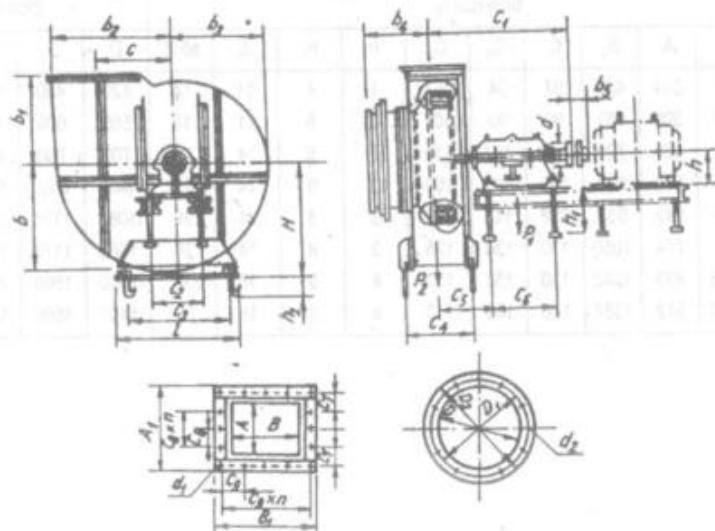


Đồ thị đặc tuyến của quạt ly tâm II4-68, N^o5.



Dđ thị đặc tuyến của quạt ly tâm II4-68N°8.

Quạt khói và quạt thổi khí N°6; 8; 10; 12; 13^{1/2}; 15^{1/2}; 18; 20.



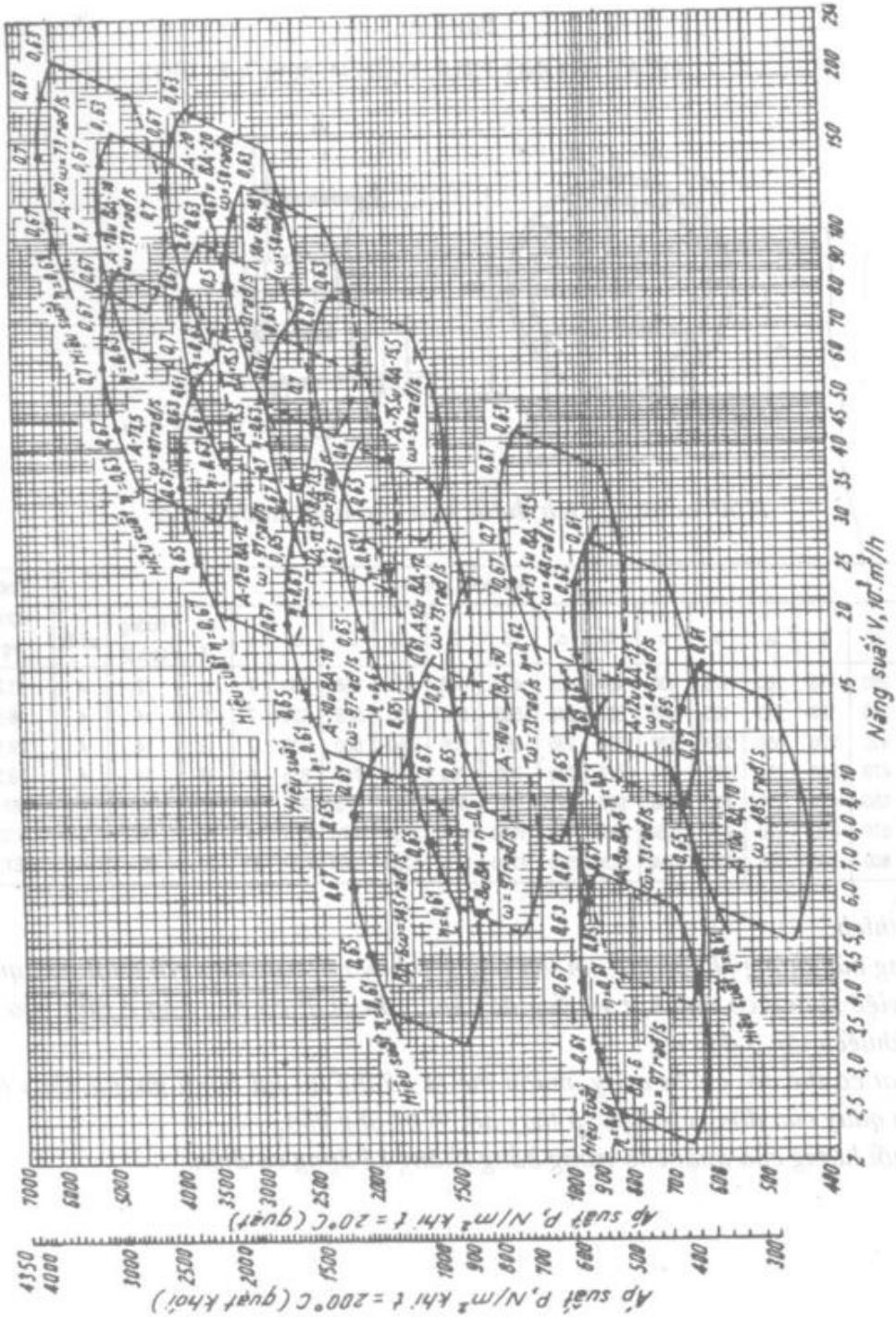
Hình dáng và kích thước bao của quạt khói và quạt thổi khí.

Bảng 8

CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU CỦA QUẠT KHÓI VÀ QUẠT THỔI KHÍ

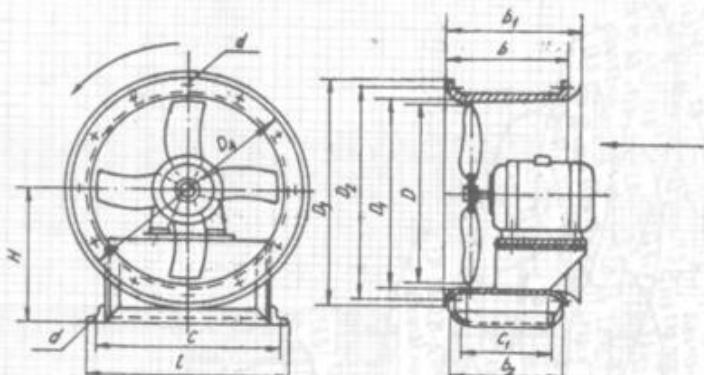
Số hiệu quạt Nº	Kích thước, mm																	Khối lượng kg	
	h	h ₁	h ₂	b	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	d	c	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	L	
6	236	-	-	490	420	550	430	338	112	190	354,5	918	370	500	236	339	370	600	330
8	236	-	-	650	560	730	570	385	112	190	486	1326	370	650	312	362	370	750	498
																			437
10	280	400	250	810	700	910	710	627	142	260	610	1259	440	800	476	474	520	1000	990
																			860
12	280	400	250	970	840	1090	850	547	142	260	730	1271	440	1000	550	506	520	1200	1255
																			1060
13,5	375	600	350	1095	945	1210	950	749	175	330	821	1560	620	1300	620	585	700	1500	2135
																			1888
15,5	375	600	350	1253	1085	1408	1088	785	175	330	940	1595	620	1300	692	620	700	1500	2447
																			2122
18	500	700	340	1455	1260	1635	1265	926	215	405	1094	1995	790	1560	817	735	960	1800	4338
																			3836
20	500	700	340	1615	1400	1818	1405	964	215	405	1215	2033	490	1560	892	773	960	1800	4805
																			4155

Số hiệu quạt Nº	Kích thước, mm																	
	Bích cửa ra												Bích cửa vào					
	A	B	A ₁	B ₁	C ₇	C ₈	C ₉	n	n ₁	d ₁	số lỗ	D	D ₁	D ₂	d ₂	số lỗ		
6	226	351	314	448	97	94	107	1	4	11	14	420	460	490	11	12		
8	300	468	390	563	90	90	107	2	5	11	18	560	600	630	11	12		
10	376	580	488	720	112	112	113	2	6	14	20	700	760	800	14	16		
12	450	700	563	840	105	105	100	3	8	14	26	840	910	950	14	16		
13,5	508	790	642	933	118	118	110	3	8	14	26	1085	1176	1220	14	26		
15,5	280	907	714	1050	130	130	125	3	8	14	26	1085	1176	1220	14	16		
18	675	1053	839	1240	130	130	130	4	9	18	30	1400	1500	1550	18	24		
20	750	1170	912	1357	140	140	143	4	9	18	30	1400	1500	1550	18	24		



Hình 2. Đặc tuyến chọn quạt khói và quạt thổi khí

Bảng 9
QUẠT HƯỚNG TRỤC MZN04; 5; 6; 7; 8; 10;12



Hình dáng và kích thước bao của quạt hướng trục

Số hiệu quạt №	Kích thước, mm														Khối lượng kg		
	H	b	b ₁	b ₂	c	l	c ₁	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	d	số lỗ	đường kính lỗ	số lỗ	
4	280	178	260	175	430	405	135	400	408	435	458	500	7	6	12	4	11,2
5	340	188	280	185	530	500	145	500	508	535	558	620	7	6	14	4	18,0
6	420	235	350	291	620	620	235	600	606	650	580	730	7	12	14	4	28,1
7	470	330	298	325	710	710	270	700	709	750	785	855	9	16	14	4	39,3
8	550	425	498	420	900	900	325	800	808	850	873	975	9	16	23	4	83
10	670	490	570	470	1050	1050	400	1000	1010	1054	1076	1210	9	20	23	4	133
12	800	580	688	570	1230	1230	500	1200	1212	1255	1280	1450	11	20	23	4	167,2

Chú thích:

1. Ống hút không khí có thể nối với ống gốp hay nối trực tiếp với quạt. Khi quạt làm việc không có ống hút và ống đẩy khí, cần phải có ống gốp ở đầu vào và ống khuếch tán ở đầu ra.
2. Quạt có thể đổi chiều quay, muốn thế ta có thể lật lại bánh guồng, thay đổi chiều quay của động cơ điện và thay đổi vị trí ống gốp.
3. Khối lượng của quạt cho trong bảng không kể động cơ điện.

Bảng 10.

CHỌN QUẠT HƯỚNG TRỰC BỐN CÁNH LOẠI ЦАГИ VÀ LOẠI МЦ

N ₃ quạt	Lưu lượng m ³ /h	N = 960 vg/ph				N = 1450 vg/ph			
		ΔH, mm, H ₂ O	Hiệu suất η	N, kW	động cơ điện	ΔH, mm, H ₂ O	Hiệu suất η	N, kW	động cơ điện
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N°4	1200	4	0,5	0,027	N = 0,25kW N = 1000vg/ph	9 9,5 10 9 9 8 6,7 4,7	0,5 0,55 0,5 0,66 0,67 0,68 0,65 0,57	0,09 0,096 0,1 0,1 0,1 0,1 0,1 0,085	N = 0,25kW N = 1470vg/ph
	1400	4	0,55	0,028					
	1600	4	0,65	0,032					
	1800	4	0,66	0,03					
	2000	3,7	0,68	0,03					
	2400	3	0,62	0,032					
	2600								
	2800								
	3000								
	3400								
N°5	3800								
	2500	6,3	0,55	0,088	N = 0,5kW N = 960vg/ph Loại АЛ-21/6	14,7 15,7 16 15,6 14,0 12,5 11 9,7 7	0,5 0,55 0,65 0,66 0,67 0,67 0,66 0,63 0,56	0,27 0,3 0,31 0,31 0,32 0,30 0,3 0,28 0,26	N = 0,62kW N = 1430vg/ph Loại АЛ-42
	3000	6,7	0,65	0,088					
	3500	6	0,67	0,087					
	4000	5	0,67	0,087					
	4500	4,2	0,65	0,083					
	5000	2,7	0,53	0,501					
	5500								
	6000								
	6500								
N°6	7000								
	7500								
	4600	9	0,48	0,21	N = 0,5kW N = 960vg/ph Loại АЛ-21/6	21 22 23 21 16,5 14 10 6	0,5 0,57 0,65 0,66 0,66 0,64 0,55 0,4	0,7 0,75 0,79 0,8 0,74 0,73 0,65 0,58	N = 1kW N = 1450vg/ph Loại АЛ-21/6
	5000	10	0,62	0,22					
	6000	9	0,67	0,22					
	7000	8	0,66	0,23					
	8000	6	0,63	0,21					
	9000	3	0,45	0,17					
	11000								
	12000								
	13000								
	14000								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№7	7000	13	0,55	0,46	N = 0,5kW n = 960vg/ph Loại AD-21/6	27	0,4	1,7	N = 2,2kW n = 1450vg/ph Loại AD31/4
	8000	14	0,65	0,48		28	0,5	1,55	
	9000	13	0,67	0,48		31	0,64	1,6	
	10000	12	0,68	0,48		29	0,66	1,7	
	12000	9	0,65	0,46		26	0,67	1,73	
	14000	5	0,46	0,42		22	0,66	1,67	
	16000					17	0,62	1,5	
	18000					12	0,52	1,35	
	20000								
	21000								
№8	10000	16,5	0,53	0,86	N = 0,7kW n = 960vg/ph Loại AD0-22/6	35	0,49	2,0	N = 3,4kW n = 1450vg/ph Loại AD0-41/4
	12000	17	0,59	0,93		37,5	0,55	3	
	14000	16	0,64	0,94		38	0,58	3,2	
	16000	14,5	0,67	0,94		36,5	0,62	3,3	
	18000	12	0,66	0,9		35	0,65	3,2	
	20000	8	0,58	0,8		32,5	0,68	3,1	
	22000					30	0,67	3,1	
	24000					25	0,65	2,9	
	26000					20	0,59	2,8	
	28000								
№10	20000	26	0,55	2,6	N = 3,5kW n = 960vg/ph Loại AD-42/6				
	22000	26	0,57	2,8					
	24000	25,7	0,59	2,8					
	26000	25	0,62	2,9					
	28000	24	0,65	2,9					
	30000	23	0,68	2,8					
	32000	22	0,67	2,8					
	34000	21	0,67	2,9					
	36000	18	0,66	2,7					
	38000	16	0,63	2,6					
	40000	12	0,55	2,7					

Bảng 11
KIỀU SLU-160E

(50/60Hz)

R22

t _b , °C	t _w , °C							
	26		32		38		44	
	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	(kW)
-65	264000/3200	39,0/47,0	256000/31000	39,6/32,8	248000/29800	40,8/49,2	238000/28600	42,6/51,4
-60	354000/42600	42,6/51,4	342000/41400	44,4/53,6	332000/40200	45,6/55,0	322000/388000	47,4/57,2
-55	460000/55600	47,7/57,2	450000/54200	49,2/59,4	436000/52800	51,0/61,6	424000/512000	53,4/64,4
-50	590000/712000	42,2/63,0	576000/69600	54,6/65,8	562000/67800	47,0/68,8	546000/66000	59,4/71,6
-45	744000/89800	57,6/69,6	728000/87800	60,6/73,2	712000/85800	63,6/76,8	692000/83600	66,6/80,4
-40	924000/112000	63,6/76,8	908000/109000	67,2/81,2	886000/107000	70,2/84,8	866000/104000	73,2/88,4
-35	114000/137000	69,9/84,0	111000/135000	73,2/88,4	109000/132000	76,8/92,6	107000/129000	80,4/97,0
-30	138000/166000	74,4/89,8	135000/163000	78,6/94,8	132000/160000	84,0/101,4	130000/157000	88,2/106,4

R502

(50/60Hz)

t _b , °C	t _w , °C							
	26		32		38		44	
	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	(kW)
-70	228000/27500	43,2/52,1	21800/26300	43,8/57,9	20700/25000	45,0/54,3	19600/23700	46,2/55,8
-65	30400/36700	46,8/56,5	29200/35300	48,0/57,9	28000/33800	49,2/59,4	26600/32100	51,0/61,6
-60	39600/47800	51,0/61,6	38200/46100	52,8/63,7	36800/44400	54,6/65,9	35200/42500	57,0/68,8
-55	50700/61100	55,8/67,6	49000/59100	58,2/70,2	47200/56900	60,6/73,1	45300/54700	63,0/76,0
-50	63600/76800	60,6/73,1	61600/74300	63,6/76,8	59500/71800	66,6/80,4	57300/69200	70,2/84,7
-45	78800/95100	67,2/81,1	76500/92300	70,2/84,7	73900/89200	73,8/89,1	73100/86000	76,8/92,7
-40	96300/116300	73,2/88,3	93700/113000	76,8/84,7	90600/109300	80,4/97,0	87500/105600	84,0/101,4
-35	116500/140600	78,6/94,9	113300/136700	82,8/99,9	109700/132400	87,6/105,7	106100/128000	91,8/110,8
-30	139400/168200	83,4/100,7	135500/163600	87,6/105,7	131500/158800	94,2/113,7	127200/153500	99,6/120,2

KIỀU SLU-170E

(50/60Hz)

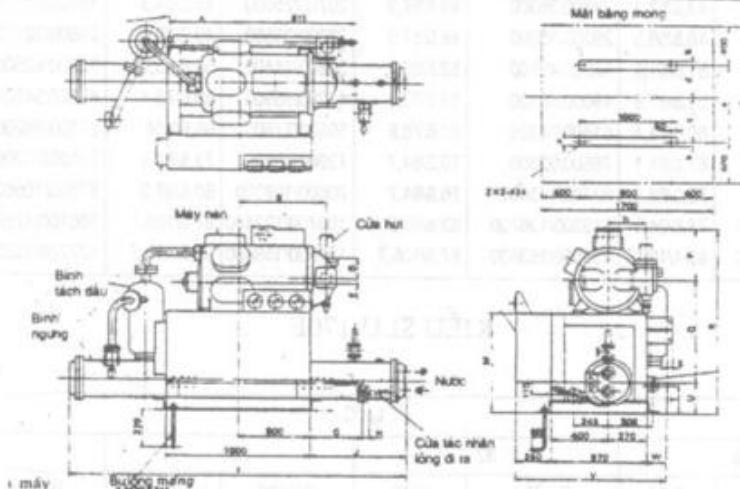
R22

t _b , °C	t _w , °C							
	26		32		38		44	
	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	(kW)
-65	29600/35600	43,4/52,4	28600/34400	44,0/53,2	276000/332000	45,4/54,8	26400/31800	47,4/57,2
-60	39400/47400	47,4/57,2	38200/46000	49,4/59,6	37000/44600	50,8/61,2	35800/43200	52,8/63,6
-55	51200/61800	52,8/63,6	50000/60400	54,8/66,2	486000/588000	56,8/68,6	47200/56800	59,4/71,8
-50	65600/79200	58,2/70,2	64200/77400	60,8/73,4	62600/75400	63,4/76,6	60800/73400	66,2/79,8
-45	82800/100000	64,2/77,4	81000/97800	67,4/81,4	79200/95600	70,8/85,4	77200/93000	74,2/89,4
-40	103000/124000	70,8/85,4	101000/122000	74,8/90,4	98800/119000	78,2/94,4	96400/116000	81,6/98,4
-35	127000/153000	77,4/93,6	124000/150000	81,6/98,6	121000/147000	85,6/103,2	119000/143000	89,6/108,0
-30	154000/185000	82,8/100,0	151000/182000	87,6/105,6	148000/178000	93,6/112,8	144000/174000	98,2/118,6

t _b , °C	t _a , °C							
	26		32		38		44	
	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	(kW)
-70	25400/30600	48,1/58,1	24300/29300	48,8/58,9	23100/27800	50,1/60,5	21900/26400	51,4/62,1
-65	33900/40900	52,1/62,9	32500/39300	53,4/64,5	31200/376000	54,8/66,1	29600/35800	56,8/68,5
-60	44100/53200	56,8/68,5	42500/51300	58,8/71,0	40900/49400	60,8/73,4	39200/47300	63,5/76,6
-55	56400/68100	62,1/75,0	545000/65800	64,8/78,2	52500/63400	67,5/81,4	50400/60900	70,7/84,7
-50	70900/85500	67,5/81,4	68500/82700	70,8/85,5	66300/80000	74,2/89,5	63800/77000	78,2/94,3
-45	87700/105900	74,8/90,3	85200/102800	78,2/94,3	82300/99300	82,2/99,2	79300/95700	85,5/103,2
-40	107300/129500	81,5/98,4	104300/125900	85,5/103,2	100900/121700	89,5/108,0	97400/117600	93,5/112,9
-35	129800/156600	87,5/105,6	126100/152200	92,2/111,3	122100/147400	97,5/117,7	118100/142500	102,2/123,4
-30	155200/187300	92,9/112,1	150900/182100	97,5/117,7	146500/176800	104,9/126,6	141600/170900	110,9/133,8

Hình dáng và kích thước của máy nén hơi Freon một cấp
các kiểu từ UZ-30D đến UZ-120E

Kích thước mỏng						
Kiểu	a	b	c	d	e	f
UZ-30D, 40D	75	35	440	310	750	1550
UZ-60E, 80E	90	40	450	320	770	1570

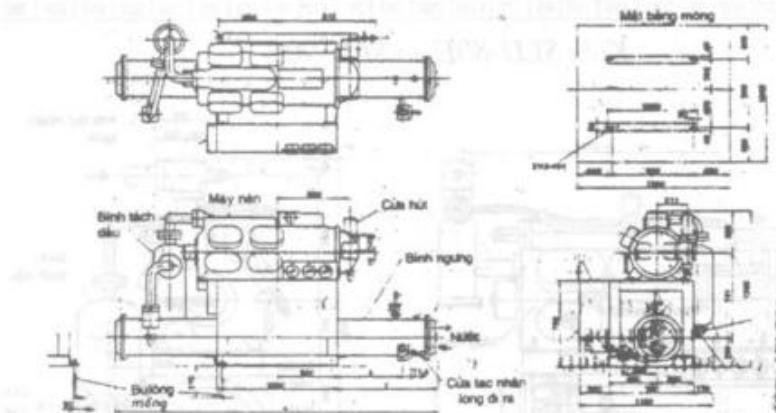


Kích thước bao của máy

Kiểu	A	B	φC	D	E	F	G	H	J	K	φL	M	N	P	Q	R	S	T	U	V	W
UZ-30D, 40D	480	627	76,3	125	30	1674	70	55,5	346	2½	25,4	710	271,5	290	742	1241	22	175	209	1033	113
UZ-60E	488	668	89,1	130	-	2324	375	77,5	671	3	34,9	745	273	351	762	1337	30	190	224	1070	150
UZ-80E	488	668	101,6	140	-	2324	375	77,5	671	3	34,9	745	268	356	762	1337	30	190	224	1070	150

Kiểu UZ-100E và UZ-120E

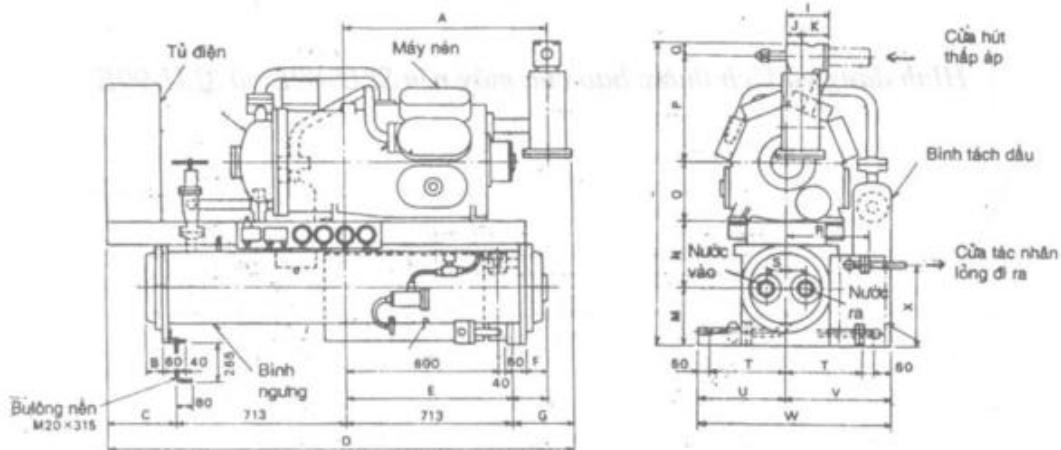
Kiểu	A	B	C
UZ-100E	2350	385	687
UZ-120E	2700	550	862



Hình dáng và kích thước của máy nén UZ-100E và UZ-120E.

HÌNH DÁNG VÀ KÍCH THƯỚC CỦA MÁY NÉN HƠI FREON HAI CẤP CÁC KIỂU TỪ SLU-25E ĐẾN SLU-180E

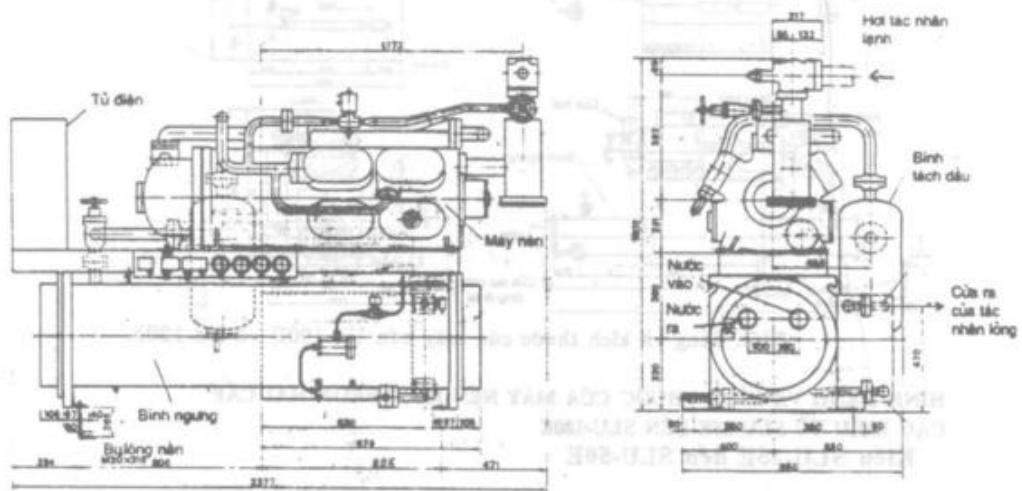
Kiểu SLU-25E đến SLU-50E



Hình dáng và kích thước bao của máy nén SLU-25E đến SLU-50E

Kiểu	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	ØY	Z
SLU-25E	814	65	287	1919	858	85	206	2	116	-	116	1209	225	265	241	424	54	313	60	300	350	467	817	270	19,1	2
SLU-30E	814	65	287	1919	858	85	206	2	116	-	116	1209	225	265	241	424	54	334	60	300	350	467	817	360	19,1	2
SLU-40E	868	70	307	1993	888	95	260	2½	125	-	125	1344	250	290	261	485	58	379	85	330	380	454	834	360	25,4	2½
SLU-50E	868	70	307	2023	868	95	290	2½	190	85	125	1331	250	290	261	472	58	379	85	330	380	454	834	360	25,4	2½

Kiểu SLU-80E và SLU-90E

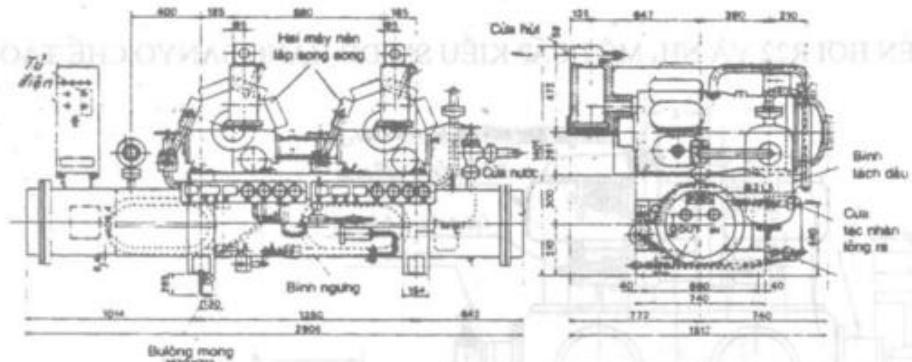


Hình dáng và kích thước bao của máy nén SLU-80E và SLU-90E



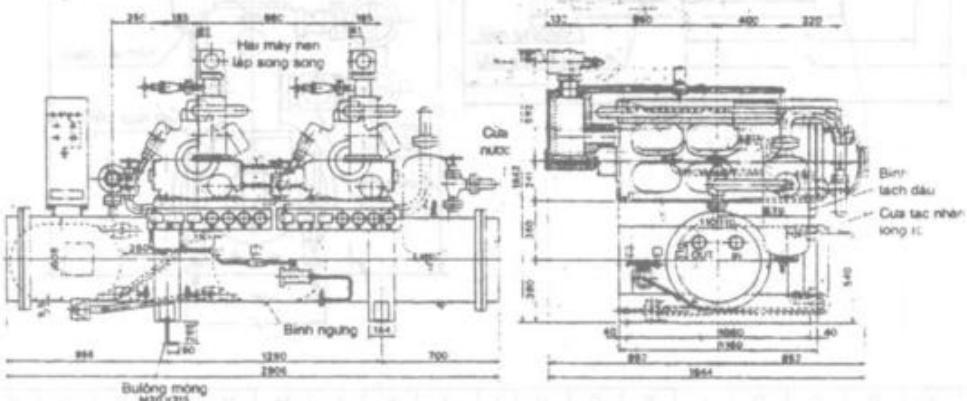
Đoàn U.18 nhà S&S-UF.18 cho phép cài đặt với nhiều định dạng khác nhau

Kiểu SLU-100E

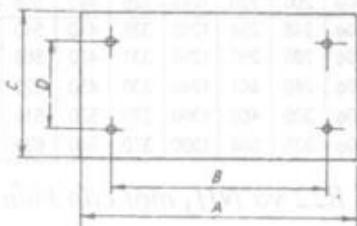


Hình dáng và kích thước bao của máy nén SLU-100E.

Kiểu SLU-160E và SLU-180E



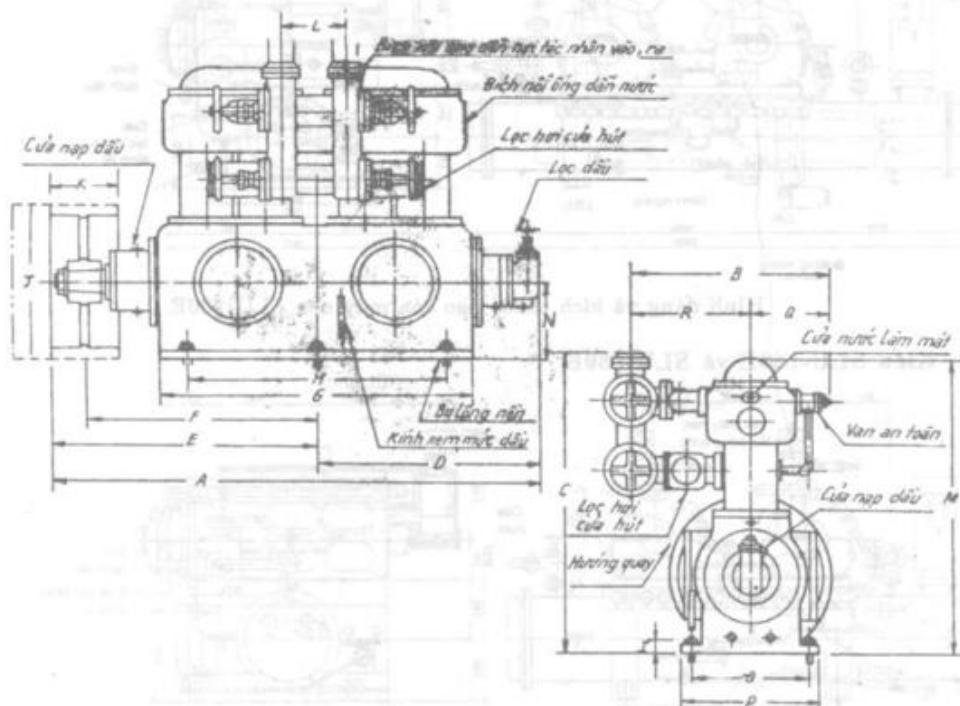
Hình dáng và kích thước bao của máy nén SLU-160E và SLU-180E.



Kiểu	A	B	C	D
SLU-25E,30E	2230	1426	1400	600
SLU-40E,50E	2230	1426	1460	660
SLU-80E,90E	2400	1612	1500	700
SLU-100E	2050	1250	1460	660
SLU-160E,180E	2050	1250	1880	1080

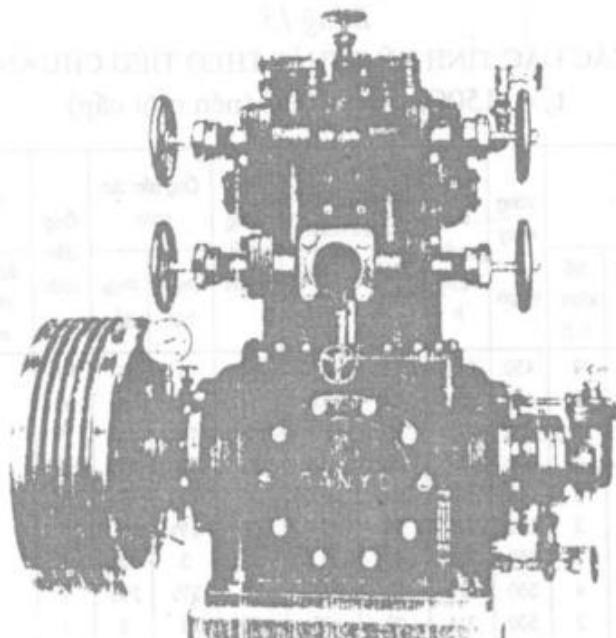
Sơ đồ và kích thước mỏng, mm.

Bảng 12

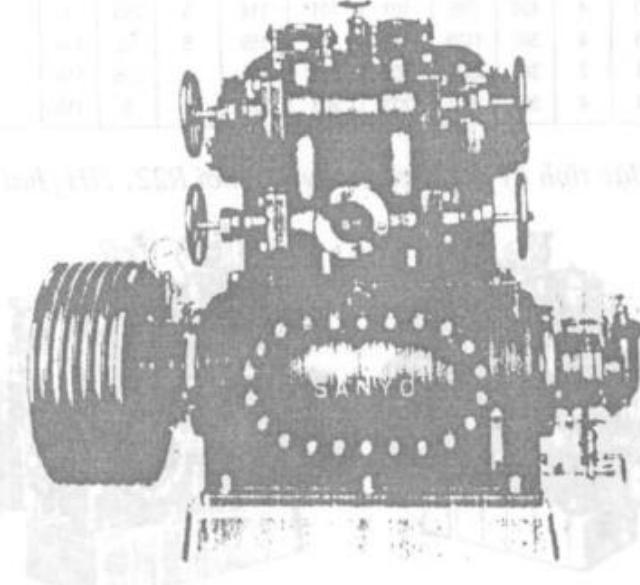
MÁY NÉN HƠI R22 VÀ NH₃, MỘT CẤP KIỂU SM DO HÃNG SANYO CHẾ TẠO

Kiểu	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
SM127-2	1053	517	966	490	563	452	468	400	42	550φ	178	150	972	246	370	434	275	242
SM150-2	1200	572	1060	550	650	515	570	460	42	610φ	190	186	1100	283	420	490	285	287
SM180-2	1327	628	1200	605	722	567	647	482	45	660φ	200	220	1240	325	482	566	318	310
SM180-3	1608	750	1200	733	872	718	902	762	45	660φ	248	254	1240	325	470	540	320	430
SM180-4	2010	808	1275	930	1080	935	1295	1070	51	660φ	286	267	1250	331	482	566	318	490
ST180	1600	607	1470	730	870	720	905	780	45	750φ	240	401	1240	330	450	520	330	600
ST200	1840	705	1636	814	1026	844	1050	900	55	880φ	305	460	1390	370	530	614	378	650
STN200L	2250	702	1660	1000	1250	1054	1450	1290	55	800φ	339	584	1390	370	540	635	365	427

Hình dáng và kích thước của máy nén hơi R22 và NH₃, một cấp kiểu SM



SM 180-2



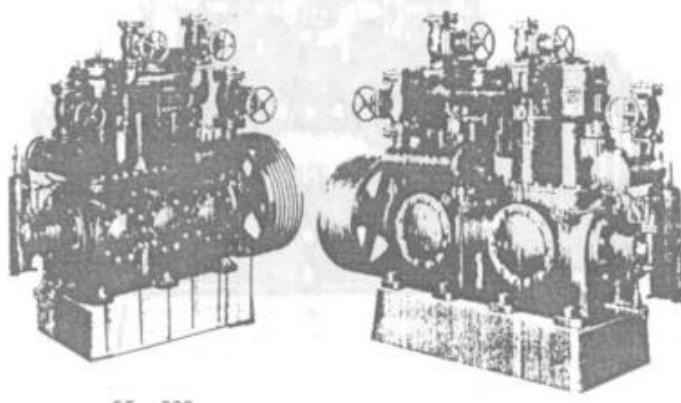
SM 180-3

Hình 3. Máy nén một cấp kiểu SM được sử dụng rất rộng rãi ở Đông Nam Á

Bảng 13
 CÁC ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT THEO TIÊU CHUẨN
 $t_0 = -150^\circ\text{C}$, $t_N = +300^\circ\text{C}$ (nén một cấp)

Kiểu	Xilanh			Vòng quay n, vg/ph	Thể tích quét Vq.m/h	Năng suất lạnh Q0, JRT, 1JRT = 3320 kcal/h		Công suất N, kW	Ống dẫn tắc nhân		Ống dẫn nước	Van an toàn		Trọng lượng, kg
	đường kính, D, mm	Quãng chạy, S, mm	Số xilan h Z			NH ₃	R22		Phía hút	Phía đẩy		đường kính, mm	Số lượng	
SM 85-2	85	70	2	450	21,5	2,5	2,5	3,2	1	1	1½	13 x 1		250
SM 100-2	100	100	2	450	42,4	5,0	5,0	6,4	1¼	1	½	13 x 1		390
SM 127-2	127	102	2	500	77,5	9,2	9,1	11,7	1½	1¼	½	13 x 1		580
SM 150-2	150	120	2	500	127	15,2	15,0	19,1	2	1½	¾	13 x 1		880
SM 150-3	150	120	3	500	191	22,6	22,5	29	2½	2	¾	20 x 1		1250
SM 180-2	180	140	2	550	235	28	27,7	35	2½	2	1	20 x 2		1400
SM 180-3	180	140	3	550	353	42	41,5	52	3	2	1	20 x 1		1630
SM 180-4	180	140	4	550	470	56	55,3	69	3½	2½	1	25 x 2		2160
SM 200-2	200	165	2	500	311	39	39	46	3	3	1	25 x 1		2100
SM 200-4	200	165	4	500	621	78	78	90	4	2½	1	25 x 1		3000
SM 230-2	230	190	2	420	398	50	50	59	3	3½	1	25 x 1		2900
SM 230-3	230	190	3	420	595	76	76	87	3½	2½	1	25 x 1		3670
SM 230-4	230	190	4	420	796	101	101	114	5	3½	1	25 x 2		5050
SM 270-4	270	216	4	380	1128	143	143	159	5	½	1¼	32 x 2		6560
SM 305-2	305	254	2	380	802	102	102	115	4	3½	1¼	32 x 1		5300
SM 305-4	305	254	4	380	1064	203	203	220	6	5	1¼	32 x 2		9500

Các đặc tính kỹ thuật của máy nén hơi R22; NH₃ hai cấp

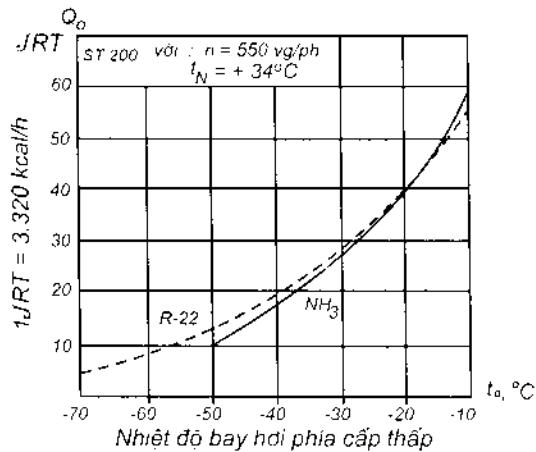
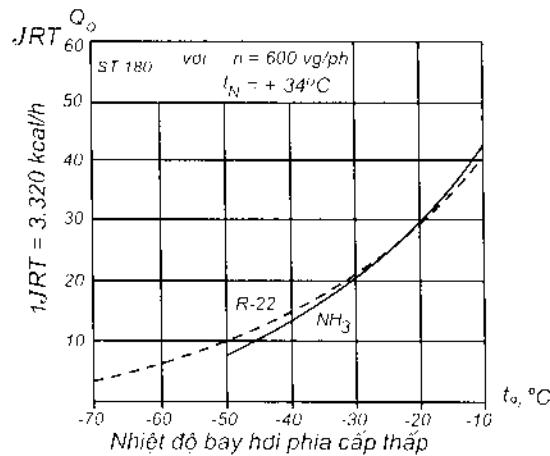


Hình 4

Bảng 14

Kiểu	Xi lanh				Vòng quay n, vg/ph	Công suất tiêu chuẩn N, kW	Thể tích quét Vq m ³ /h	dường ống		Van an toàn		Trọng lượng, kg
	Cấp nén	dường kính, D, mm	Quãng chạy, S, mm	Số xilanh X				Hút	đẩy	D mm	Số lượng	
ST 180	Cấp thấp	180	140	2	600	45	256	65A	50A	26 x 1	1650	
	Cấp cao	150		1			89	50A	40A	20 x 1		
ST 200	Cấp thấp	200	165	2	550	55	342	80A	65A	32 x 1	2250	
	Cấp cao	180		1			139	65A	50A	26 x 1		
STN 200L	Cấp thấp	200	165	2	550	75	513	90A	80A	32 x 1	3000	
	Cấp cao	200		1			171	65A	50A	26 x 1		

Dường cong năng suất lạnh



Hình dáng, kích thước và đường cong năng suất lạnh
 của máy nén hơi R22; NH₃ hai cấp

Bảng 15.

ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT CỦA THÁP GIẢI NHIỆT RINKI

Model	LL (l/s)	Kích thước				Đường ống					Quạt			Khối lượng		Độ ồn dB
		m	h	H	D	Và o	Ra	Xả trên	Xả dày	Bổ sung	m ³ / ph	Φ, mm	kW	Tính	Có nước	
FRK-8	1,63	170	950	1600	930	40	40	25	15		70	530	0,20	54	182	46,0
10	2,17	170	1085	1735	930	40	40	25	15		85	630	0,20	58	195	50,0
15	3,25	170	990	665	1170	50	50	25	15		140	630	0,37	70	295	50,5
20	4,4	170	1170	1845	1170	50	50	25	15		170	760	0,37	80	305	54,0
25	5,4	180	1130	1932	1400	80	80	25	15		200	760	0,75	108	400	55,0
30	6,5	180	1230	2032	1400	80	80	25	15		230	760	0,75	114	420	56,0
40	8,67	200	1230	2052	1580	80	80	25	15		290	940	1,50	155	500	57,0
50	10,1	200	1200	2067	1910	80	80	25	15		330	940	1,50	230	800	57,5
60	13,0	270	1410	2417	1910	100	100	25	20		420	1200	1,50	285	1100	57,0
80	17,4	270	1480	2487	2230	100	100	25	20		450	1200	1,50	340	1250	58,0
90	19,5	270	1480	2487	2230	100	100	25	20		620	1200	2,25	355	1265	59,5
100	21,9	270	1685	2875	2470	125	125	50	20		680	1500	2,25	510	1850	61,0
125	27,1	270	1740	3030	2900	125	125	50	20		860	1500	2,25	610	2050	60,5
150	32,4	270	1740	3030	2900	150	150	50	20		950	1500	2,25	680	2150	61,0
175	38,0	350	1740	3100	3400	150	150	50	25	25	1150	1960	3,75	760	2600	61,5
200	43,4	350	1840	3200	3400	150	150	50	25	25	1250	1960	3,75	780	2750	62,5
225	48,5	350	1840	3200	3400	150	150	50	25	25	1350	1960	3,75	795	2765	62,5
250	54,2	590	1960	3760	4030	200	200	80	32	32	1750	2400	5,50	1420	2950	56,5
300	65	680	1960	3860	4030	200	200	80	32	32	2200	2400	7,50	1510	3200	57,2
350	76	680	2000	4160	4760	200	200	80	32	32	2200	2400	7,50	1810	3790	61,0
400	86,7	720	2100	4300	4760	200	200	80	32	32	2600	3000	11,0	2100	4080	61,0
500	109	720	2125	4650	5600	250	250	100	50	50	2800	3000	11,0	2880	7380	62,5
600	130	840	2450	5360	6600	250	250	100	50	50	3750	3400	15,0	3750	9500	66,0
700	152	840	2450	5360	6600	250	250	100	50	50	3750	3400	15,0	3850	9600	66,0
800	174	940	3270	6280	7600	250	250	100	80	80	5000	3700	22,0	5980	14650	74,0
1000	217	940	3270	6280	7600	250	250	100	80	80	5400	3700	22,0	6120	14790	74,0

Bảng 16.

CHUYỂN ĐỔI MỘT SỐ ĐƠN VỊ ĐO THƯỜNG DÙNG

1. Áp suất

$$1 \text{ psi} = 6,89476 \text{ kPa} = 6894,76 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ in Hg} = 3,38639 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ in H}_2\text{O} = 0,24908 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ ft H}_2\text{O} = 2,98896 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ tonf/in}^2 = 15,4443 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ bar} = 105 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ at} = 0,9807 \text{ Bar} = 735,5 \text{ mmHg} = 10 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$1 \text{ kgf/cm}^2 = a \text{ at} = 98,0665 \text{ kPa} = 10^4 \text{ mmAq}$$

$$1 \text{ mm Hg} = 1 \text{ torr} = 133,322 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mmH}_2\text{O} = 9,80665 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mmAq} = 1 \text{ kgf/m}^2 = 9,807 \text{ N/m}^2$$

2. Nhiệt độ

$$t^\circ\text{C} = T^\circ\text{K} - 273,15 = -\frac{5}{9} [t^\circ\text{F} - 32] - \frac{5}{9} T^\circ\text{R} - 273,15$$

3. Khối lượng riêng

$$1 \text{ lb/in}^3 = 27,68 \text{ g/cm}^3$$

$$1 \text{ lb/in}^3 = 16,019 \text{ kg/cm}^3$$

$$1 \text{ kg/m}^3 = 0,06243 \text{ lb/ft}^3$$

4. Gia tốc

$$1 \text{ ft/s}^2 = 0,3048 \text{ m/s}^2$$

$$1 \text{ m/s}^2 = 3,2835 \text{ ft/s}^2$$

5. Lưu lượng thể tích

$$1 \text{ cfm} = 4,7194 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 1,699 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1 \text{ m}^3/\text{h} = 0,588578 \text{ cfm}$$

6. Chiều dài

1 in = 25,4mm

1 ft = 12 in = 304,8 mm = 0,333 yard

1 yard = 0,9144 m

1 mile = 1,609344 km = 5280 ft

1m = 3,2808 ft

7. Diện tích

1m² = 10,7639 ft² = 1550 in²

1 a = 100 m²

1 hecta = 104m²

1 ft² = 144 in² = 929 cm²

1 in² = 645,16mm²

8. Thể tích

1 Gal (US) = 3,78541 = 0,13368 ft³

1 in³ = 16,387 cm³

1 ft³ = 0,0283168 m³

1 m³ = 35,3147 ft³

1cm³ = 0,061024 in³

9. Khối lượng

1 oz = 28,3495 g

1 lb = 0,48359237 kg = 16 oz

1 quital = 100 kg

1 Ton = 1016,05 kg

1 kg = 2,2046 lb

1 g = 15, 432 grains

10. Công suất

1 HP = 0,7457 kW

1 W = 1 J/s

1 Ton lạnh (US) = 12.000 Btu/h = 3,5169 kW

1 Ton lạnh (Japan) = 13.175 Btu/h = 3,86 kW

11. Năng lượng

1 kWh = 3600 kJ = 3412 Btu

1 kcal = 4,187 kJ

1 Btu = 1,05506 kJ = 0,25198 kcal

1 cal = 3,968 Btu

1 ft.lbf = 1,35582 J

1 Therm = 105,506 MJ

1 kJ = 1 kW.s

12. Tốc độ

1 fpm = 0,00508 m/s

1 fps = 0,3048 m/s

1 m/s = 196,85 fpm

13. Lực

1 lbf = 4,44822 N

1 tonf = 9,964 kN

1 kip = 4,44822 kN

1 kgf = 1 kp = 9,80665N

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Hệ thống điều hòa không khí và thông gió*, Bùi Hải, Hà Mạnh Thư, Vũ Xuân Hùng, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 1999.
2. *Kỹ thuật điều hòa không khí*, Lê Chí Hiệp, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1996.
3. *Tủ lạnh, máy kem, máy đá, máy điều hòa nhiệt độ*, Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1990.
4. *Kỹ thuật lạnh ứng dụng*, Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ, Nhà xuất bản Giáo dục, 1995.
5. *Kỹ thuật lạnh cơ sở*, Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ, Nhà xuất bản Giáo dục, 1996,
6. *Máy và thiết bị lạnh*, Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ, Nhà xuất bản Giáo dục, 1997.
7. *Điều hòa nhiệt độ ôtô*, Nguyễn Oanh, Nhà xuất bản Đồng Nai, 1996,
8. *Cơ sở kỹ thuật điều tiết không khí*, Hà Đăng Trung, Nguyễn Quân, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1997.
9. Các catalog máy lạnh của Mỹ, Nhật, Đức,....

MỤC LỤC

Lời giới thiệu.....	3
Lời nói đầu.....	5
Bài mở đầu.....	7

Chương 1: GIỚI THIỆU CHUNG VÀ CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

I. Lịch sử phát triển, vai trò của Kỹ thuật lạnh trong nền kinh tế quốc dân.....	9
II. Các phương pháp làm lạnh nhân tạo.....	12
III. Môi chất và chất tải lạnh	16

Chương 2: MÁY NÉN LẠNH VÀ MỘT SỐ CHU TRÌNH CƠ BẢN CỦA MÁY LẠNH NÉN HƠI

I. Phân loại và phạm vi ứng dụng của máy nén lạnh.....	25
II. Máy nén pitông trượt	28
III. Máy nén thuận dòng và máy nén ngược dòng	30
IV. Máy nén hở	32
V. Máy nén nửa kín.....	35
VI. Máy nén kín	38
VII. Một số chi tiết của máy nén pitông	42
VIII. Máy nén rôto	47
IX. Máy nén trực vít	51
X. Máy nén xoắn ốc	53
XI. Chu trình máy lạnh nén hơi một cấp.....	55
XII. Chu trình máy lạnh nén hơi hai cấp.....	64

Chương 3: THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT CỦA HỆ THỐNG LẠNH

I. Vai trò, vị trí, đặc điểm của thiết bị trao đổi nhiệt trong hệ thống lạnh	76
II. Phân loại thiết bị ngưng tụ	78
III. Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước	80
IV. Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước và không khí	89
V. Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng không khí	99
VI. Phân loại thiết bị bay hơi	95
VII. Thiết bị bay hơi làm lạnh chất lỏng	97
VIII. Thiết bị bay hơi làm lạnh không khí	101

Chương 4. MỘT SỐ THIẾT BỊ PHỤ CỦA HỆ THỐNG LẠNH

I. Bình tách dầu	106
II. Bình chứa dầu	109
III. Bình chứa.....	110
IV. Bình tách lỏng	112
V. Bình trung gian.....	113
VI. Thiết bị quá lạnh	115
VII. Thiết bị hồi nhiệt.....	116
VIII. Thiết bị tách khí không ngưng	117
IX. Phin sấy, phin lọc	119
X. Bơm và quạt.....	120
XI. Van khoá, van chặn.....	121
XII. Van tiết lưu	123
XIII. Clapê và van một chiều.....	124
XIV. Van đảo chiều	126
XV. Áp kế	127
XVI. Đường ống.....	129
XVII. Tháp giải nhiệt	131

Chương 5. THIẾT BỊ TỰ ĐỘNG VÀ VẬT LIỆU KỸ THUẬT LẠNH

I. Đại cương	137
II. Tự động điều khiển máy nén lạnh	143
III. Tự động hoá thiết bị ngưng tụ	147
IV. Tự động hoá thiết bị bay hơi	150
V. Bảo vệ tự động hệ thống lạnh	154
VI. Vật liệu chế tạo máy và thiết bị lạnh.....	160
VII. Vật liệu cách nhiệt	164
VIII. Vật liệu hút ẩm	168
IX. Dầu bôi trơn	170

<i>Phụ lục</i>	177
----------------------	-----

<i>Tài liệu tham khảo</i>	218
---------------------------------	-----

BỘ GIÁO TRÌNH XUẤT BẢN NĂM 2006
KHỐI TRƯỜNG TRUNG HỌC ĐIỆN TỬ - ĐIỆN LẠNH

1. LÝ THUYẾT MẠNG VÀ HỆ THỐNG ĐIỀU HÀNH MẠNG
2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG LẠNH
3. THỰC HÀNH BẢO TRÌ HỆ THỐNG MÁY TÍNH
4. THỰC HÀNH SỬA CHỮA MÁY LẠNH
5. ĐỒNG BỘ VÀ BÁO HIỆU TRONG MẠNG VIỄN THÔNG
6. TỔ CHỨC MẠNG VÀ DỊCH VỤ VIỄN THÔNG
7. THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI
8. NHIỆT KỸ THUẬT
9. MÀN HÌNH VÀ CARD ĐIỀU KHIỂN MÀN HÌNH
10. ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT LẠNH
11. THỰC HÀNH KỸ THUẬT SỐ
12. THỰC HÀNH ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
13. CẤU TRÚC MÁY TÍNH
14. LÝ THUYẾT BẢO TRÌ HỆ THỐNG MÁY TÍNH
15. KỸ THUẬT VI XỬ LÝ
16. KỸ THUẬT SỐ VÀ MẠCH LOGIC
17. KỸ THUẬT THÔNG TIN QUANG
18. THỰC HÀNH LUNUX
19. THỰC HÀNH MẠNG
20. KỸ THUẬT ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ
21. THỰC HÀNH GIA CÔNG LẮP ĐẶT ĐƯỜNG ỐNG
22. MÁY VÀ THIẾT BỊ LẠNH
23. THỰC HÀNH MÀN HÌNH MÁY TÍNH
24. THỰC HÀNH VIỄN THÔNG CHUYÊN NGÀNH

GT Máy và thiết bị lạnh



1011080000135

30,000

Giá: 30.000đ